



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Caracterización morfológica de 28 accesiones de cacao silvestre
(*Theobroma cacao* L.) de las cuencas Santiago y Morona - Alto Amazonas**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Maricruz Gianella Soto Amacifuen

ASESOR:

Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez

Tarapoto - Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Caracterización morfológica de 28 accesiones de cacao silvestre
(*Theobroma cacao* L.) de las cuencas Santiago y Morona - Alto Amazonas

AUTOR:
Maricruz Gianella Soto Amacifuen

Sustentada y aprobada el día 30 de mayo de 2019, ante el honorable jurado

Ing. M. Sc. Guillermo Vásquez Ramírez
Presidente

Ing. M. Sc. Javier Ormeño Luna
Secretario

Ing. Marvin Barrera Lozano
Miembro

Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Maricruz Gianella Soto Amacifuen, con DNI N° 77431417, egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, con la tesis titulada: Caracterización morfológica de 28 accesiones de cacao silvestre (*Theobroma cacao* L.) de las cuencas Santiago y Morona - Alto Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiado, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se construirán en aportes a la realidad investigativa.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio, (al presentar otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

Tarapoto, 30 de mayo de 2019



.....

Maricruz Gianella Soto Amacifuen
DNI. 77431417

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Soto Amaifuen Mariuiz Gianella		
Código de alumno :	121115	Teléfono:	951093826
Correo electrónico :	mariuizsoto02@gmail.com DNI: 77431417		

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ciencias Agrarias
Escuela Profesional de:	Agronomía

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos de trabajo de investigación

Título:	Caracterización morfológica de 28 accesiones de <i>Cacao silvestre</i> (<i>Theobroma cacao</i> L.) de las maderas Santiago y Morona - Alto Amazonas.
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales –RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.

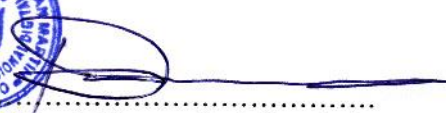

.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

03 / 10 / 2019




.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM-T.

*** Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A Dios por iluminar mi camino; a mis padres Percy Soto Alvarado y Elina Amacifuen Panduro, mi hermana y todos mis seres queridos, que siempre están allí presentes para celebrar mis triunfos y ayudarme a controlar mis derrotas, y así poder realizar la presente investigación que permitirá fortalecer mi formación personal y profesional

Agradecimiento

Al **Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez**; por brindarme su espacio de asesoramiento en el presente trabajo de investigación.

A todos los miembros del **Instituto de Cultivos Tropicales (ICT)**, por la confianza brindada y permitirme ser parte de este gran grupo humano, además por las enseñanzas brindadas que me ayudaran en el ámbito profesional y así contribuir a nuestra sociedad.

A todos mis **Maestros**, a quienes considero mentores para mi formación y mi vida profesional.

Índice general

	Página
Introducción	1
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
1.1 Antecedentes de la investigación	2
1.2 Del cultivo de <i>Theobroma cacao</i> L (cacao)	4
1.3 Cacao silvestre.....	11
1.4 Conservación ex situ	13
1.5 Caracterización morfológica	20
 CAPITULO II. MATERIAL Y MÉTODOS	 26
2.1 Tipo y nivel de investigación	26
2.2 Diseño de investigación.....	26
2.3 Población y muestra	26
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	28
2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	28
2.6 Materiales y Métodos	28
2.7 Variables evaluadas	36
 CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 49
3.1. Resultados	49
3.2. Discusión.....	77
 CONCLUSIONES	 84
RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS	93

Índice de tablas

	Página
Tabla 1. Bancos de germoplasma y semilleros de cacao.	17
Tabla 2. Acciones de cacao silvestre para el estudio de caracterización morfológica ..	27
Tabla 3. Características edáficas del área estudiada	31
Tabla 4. Datos meteorológicos registrados en la estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9 (2016 - 2017).	33
Tabla 5. Característica general de la planta	49
Tabla 6. Características cuantitativas y cualitativas de las hojas	51
Tabla 7. Características cuantitativas y cualitativas de la flor expresada en mm.	56
Tabla 8. Características cuantitativas del fruto	64
Tabla 9. Características cuantitativas y cualitativas de la semilla	72

Índice de figuras

	Página
Figura 1. Localización del origen de la clasificación botánica propuesta para el cacao. ...	10
Figura 2. Mapa de ubicación de los sectores donde se realizó la colecta de genotipos silvestres de cacao.	18
Figura 3. Estación experimental Amazonian Collection AC.	19
Figura 4. Ubicación actual del Banco de Germoplasma dentro de la Estación AC.	20
Figura 5. Localización y distribución de las accesiones de cacao silvestre evaluadas.	29
Figura 6. A y B; Banco de germoplasma de cacao silvestre-ICT.	30
Figura 7. Ambientes del laboratorio de calidad del ICT.	30
Figura 8. Croquis de las accesiones evaluadas en el proyecto de investigación.	32
Figura 9. Muestra del vigor de la planta; B: Muestra de la pigmentación en las plantas...	34
Figura 10. A: Selección de hojas para evaluación; B: Medición de variables en la hoja. .	34
Figura 11. A: Evaluación de características cualitativas de fruto; B: Evaluación de características cuantitativas de fruto.	35
Figura 12. A: Flor seleccionada de una accesión de cacao silvestre; B: Recolección de flores de cada accesión de cacao silvestre.	35
Figura 13. A: Muestras de flores colectadas; B: Selección de cada parte de la flor para su evaluación.....	36
Figura 14. A y B; Evaluación del número de óvulos.	36
Figura 15. Descripción morfológica de la hoja.	38
Figura 16. Partes y diagrama floral (5 sépalos, 5 pétalos, 10 estambres en dos grupos donde uno solo de los grupos es fértil y un ovario supero de 5 carpelos fundidos)	38
Figura 17. Muestra de flor con sus partes completas.	39
Figura 18. Descriptores morfológicos de la flor: A. Longitud de sépalo; B. Ancho de sépalo	39
Figura 19. Descriptores morfológicos de la flor: A. Longitud de pétalo; B. Ancho de pétalo	40
Figura 20. Descriptores morfológicos de la flor: A. Longitud de estaminoide.....	40
Figura 21. Descriptores morfológicos de la flor: A. Longitud de ovario; B. Ancho de ovario; C. Longitud de estilo	41
Figura 22. Partes de una flor de cacao silvestre. A. Sépalos; B. Estaminoides; C. Pétalos; D. Ovario.....	41

Figura 23. A y B. Óvulos dentro de un ovario.....	42
Figura 24. Descriptores morfológicos del fruto: A. Longitud del fruto; B. Diámetro del fruto; C. Espesor de cáscara	43
Figura 25. Descriptores morfológicos del fruto: A. Tipo de fruto; B. Forma del ápice; C. Constricción basal	45
Figura 26. Descriptores morfológicos de la semilla: A. Longitud de la semilla; B. Ancho de la semilla.....	47
Figura 27. Descriptores morfológicos de la semilla: A. Semilla en sección longitudinal; B. Semilla en sección transversal	48
Figura 28. Distribución de frecuencias (%) para longitud de hojas	53
Figura 29. Distribución de frecuencias (%) para el ancho de hojas	53
Figura 30. Distribución de frecuencias (%) para el LBL de hojas.....	54
Figura 31. Distribución de frecuencias (%) para la longitud del peciolo.....	54
Figura 32. Distribución de frecuencias (%) para la forma de la hoja.....	55
Figura 33. Distribución de frecuencias (%) para el color del pedúnculo floral	58
Figura 34. Distribución de frecuencias (%) para la longitud de sépalo	58
Figura 35. Distribución de frecuencias (%) para el ancho de sépalo	59
Figura 36. Distribución de frecuencias (%) para longitud de pétalo.....	59
Figura 37. Distribución de frecuencias (%) para el ancho de pétalo.....	60
Figura 38. Distribución de frecuencias (%) para longitud de estaminoides	60
Figura 39. Distribución de frecuencias (%) para longitud de ovario	61
Figura 40. Distribución de frecuencias (%) para el ancho de ovario	62
Figura 41. Distribución de frecuencias (%) para la longitud de estilo	62
Figura 42. Distribución de frecuencias (%) para el número de óvulos / ovario.....	63
Figura 43. Distribución de frecuencias (%) para el peso de mazorca (g)	66
Figura 44. Distribución de frecuencias (%) para la longitud de fruto (cm).....	66
Figura 45. Distribución de frecuencias (%) para el diámetro de fruto (cm).....	67
Figura 46. Distribución de frecuencias (%) para el espesor de la cáscara (cm).....	67
Figura 47. Distribución de frecuencias (%) para la profundidad de surcos (cm)	68
Figura 48. Distribución de frecuencias (%) para el tipo de fruto	68
Figura 49. Distribución de frecuencias (%) para la forma de mazorca	69
Figura 50. Distribución de frecuencias (%) para el tamaño de fruto.....	69
Figura 51. Distribución de frecuencias (%) para la forma de ápice	70
Figura 52. Distribución de frecuencias (%) para la constricción basal.....	70

Figura 53. Distribución de frecuencias (%) para la rugosidad de la mazaorca	71
Figura 54. Distribución de frecuencias (%) para el color de fruto.....	71
Figura 55. Distribución de frecuencias (%) para el número de semillas/fruto.....	73
Figura 56. Distribución de frecuencias (%) para el peso de semillas húmedas	73
Figura 57. Distribución de frecuencias (%) para la longitud de semillas	74
Figura 58. Distribución de frecuencias (%) para el diámetro de semillas.....	74
Figura 59. Distribución de frecuencias (%) para el color de cotiledón	75
Figura 60. Distribución de frecuencias (%) para la forma de semilla sección longitudinal.....	75
Figura 61. Distribución de frecuencias (%) para la forma de semilla sección transversal.....	76
Figura 62. Dispersión de 28 accesiones en base a las variables evaluadas	76
Figura 63. Análisis de conglomerado, distancias fenotípicas de 28 accesiones evaluadas	77

Resumen

Esta investigación en marco de los objetivos del Instituto de Cultivos Tropicales, es promover el desarrollo de las zonas cacaoteras del país, el cual permita ampliar el conocimiento del genoma del cacao. Ante esta premisa, el presente trabajo se llevó a cabo entre los meses de Julio del 2016 a Octubre del 2017 y consistió como objetivo evaluar las características morfológicas de 28 accesiones de cacao silvestre bajo condiciones de campo, los cuales fueron previamente seleccionados de las cuencas Santiago (SAN) y Morona (MOR)-Alto Amazonas y posteriormente establecidos en el banco de germoplasma del Instituto de Cultivos Tropicales-EEC. El diseño de investigación fue no experimental de tipo seccional, de los cuales se evaluaron descriptores cuantitativos y cualitativos de la planta, hoja, flores, fruto y semillas. Se encontró variabilidad fenotípica en las accesiones estudiadas, tanto para caracteres cuantitativos como cualitativos en órganos vegetativos y reproductivos; obteniendo como resultados dos grupos con el dendograma. Se concluye que el uso de parámetros morfológicos permitió acumular una gran cantidad de información novedosa sobre accesiones pre-seleccionadas, distinguir los materiales fenotípicamente y contar con mayores elementos para seleccionar los más sobresalientes y ser incluidos en las siguientes fases del Programa de Mejoramiento Genético del Instituto de Cultivos Tropicales.

Palabras clave: Cacao, Accesiones, Descriptores, Variabilidad, Fenotipo.

Abstract

The aim of this research is to promote the development of cocoa areas in Peru which allow expanding the knowledge of the cacao genome. This aim is within the framework of the objectives of the Tropical Crops Institute (ICT). The study was carried out between July 2016 and October 2017. The main task was to evaluate the morphological characteristics of 28 accessions of wild cacao under different field conditions. These 28 accessions were previously selected from the Santiago (SAN) and Morona (MOR)-Alto Amazonas basins, and later established in the germplasm bank of ICT – ECC. The research design was non-experimental of the sectional type. The parameters assessed were: quantitative and qualitative descriptors of the plant, leaf, flowers, fruit and seeds. It was found phenotypical variability in the accessions studied, both quantitative and qualitative in vegetative and reproductive organs. And two groups were obtained with the dendrogram. These results indicate that the use of morphological parameters allowed to accumulate a large amount of new information on pre-selected accessions. As well as distinguish phenotypically materials and have more elements to select the most outstanding, which will be included in the next phases of the Genetic Improvement Program of ICT.

Keywords: cacao, accessions, descriptors, variability, phenotype.



Introducción

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), es una planta originaria de la cuenca del alto Amazonas, límite fronterizo de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, región en donde se encuentra la mayor variación de la especie (Motamayor, *et al.*, 2002). Se han encontrado evidencias arqueológicas del cultivo y su utilización en Centroamérica durante la época precolombina a lo largo de las rutas de comercio de los Mayas, Aztecas y otros grupos étnicos (Motamayor, *et al.*, 2008).

A través del tiempo, las poblaciones silvestres y domesticadas, han estado sometidas a la influencia de factores evolutivos. Las instituciones científicas y de extensión, solamente difundían los principales atributos agronómicos mejorados de dichos cultivares. No obstante, esta información no era suficiente y se hacía necesario acompañarla con información morfológica de tipo descriptiva para que el nuevo cultivar sea convenientemente identificada y diferenciada de otros cultivares (García, 2010).

Estudios realizados de caracterización morfológica por Bartra (2009) y Carbajal (2007) en las cuencas de los ríos Huallaga y Marañón respectivamente, permitieron realizar trabajos en tema de mejoramiento genético y productivo; es por eso que el Instituto de Cultivo Tropicales (ICT), desde el año 2008 viene implementando el Banco de Germoplasma de cacao silvestre de la cuenca del Alto Amazonas, con el fin de obtener información validada de sus caracteres, ya que se prevé que los caracteres morfológicos de hojas, frutos, flores y semillas muestran variabilidad. Por lo que se seleccionó accesiones de cacao silvestre de las cuencas Santiago y Morona para el presente estudio. La investigación se enfoca en caracterizar morfológicamente 28 accesiones de cacao silvestre a través de descriptores; de esa manera determinar las características cualitativas y cuantitativas de hojas, frutos, flores y semillas; y así obtener información necesaria de éstas; que resalten ciertos caracteres potenciales para una investigación a futuro, con fines de conservación en la región San Martín y el país.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Antecedentes de la investigación

Bartra (2009), realizó un estudio sobre caracterización morfológica y de productividad de 42 genotipos promisorios de cacao colectados en la cuenca del Huallaga, San Martín y observó variabilidad en los diferentes componentes fenotípicos evaluados, siendo los clones seleccionados de la localidad de Juanjui quienes presentaron una mayor diversidad fenotípica en relación a los clones de la localidad de Tocache. Concluyendo que existen características similares entre los clones a un coeficiente Nei de 0,65, el cual representa el 76,47% de total de grupos, a mayor distancia 0,90 los grupos disminuyen a un 17,55% y a una distancia de 1,1 solo 5,88%. Así mismo indica que existió variabilidad en la expresión de la forma de la hoja, más no en la presencia de pulvínulos, el cual posiblemente se atribuya a una característica genética expresada en cada uno de estos clones evaluados. El número de óvulos por ovario mostró ser muy variable, destacando los clones ICT-1092, ICT-1112 y ICT-2825, con más de 50 óvulos por ovario. Los descriptores cuantitativos resultaron variables en menor o mayor grado, dependiendo de cada clon, destacando los clones ICT-2151, ICT- 2161, ICT-1112 y ICT-2705 por su mayor número de semillas y los clones ICT-2652 y ICT-2151 por su mayor longitud de mazorca. La forma, peso y dimensiones de las semillas existió evidente variación, destacando el clon ICT-2492, por su mayor peso de semillas húmedas por mazorca.

Carbajal (2007) menciona que todos los árboles evaluados son accesiones de la colección Marañón, mostraron variación tanto en sus atributos botánicos (órganos vegetativos y reproductivos) como agronómicos de naturaleza cuantitativa y cualitativa, como hábito de crecimiento, vigor y color de follaje nuevo. Hubo variación en la forma del ápice de la hoja mas no así en la forma de la base. Los caracteres cuantitativos de hoja: longitud (b); ancho (A) y relación L/LBL, no presentaron variación en forma significativa. La longitud y ancho de la lígula, longitud del estaminoide, longitud y diámetro del ovario y la longitud y ancho del sépalo, resultaron ser variables en menor o mayor grado. Los árboles evaluados

presentaron un número variable de óvulos por ovario, siendo el árbol M-20 el que tuvo el mayor número con 50 óvulos por ovario seguido del árbol M-21 con 48 óvulos por ovario y que estos árboles pueden ser seleccionados para progresos de mejora genética. Se observó variación de los árboles en cuanto a la presencia de la antocianina en el botón floral, porte superior e inferior del ovario y el estilo; así como, el número de flores por cojín y número de cojines por metro cuadrado. Los caracteres cualitativos del fruto: forma, constricción basal, ápice y profundidad de surcos, resultaron de expresividad poco variables, infiriéndose la posesión de una base genética relativamente estrecha. Hubo poca variación en las dimensiones del fruto, mas no así en el peso del fruto y el número de semillas. El árbol M-27 destacó por su mayor longitud (24,45 cm) y el árbol M-7 por su mayor peso (111,57 g) y el árbol M-14 con 49 semillas destacó en cuanto al número de semillas por fruto. El árbol M-25 destacó por su mayor peso de semilla (1,99 g); el árbol M-2, presentó la mayor longitud de semilla (2,74 cm), mientras que el mayor diámetro de semilla (1,54 cm) lo presentó el árbol M-20.

Villegas y Osterga (2005) menciona que el cacao Nacional Boliviano del Alto Beni comparte las principales características del grupo Forastero del Río Beni en la cuenca del Amazonas. Alto Beni es quizás el extremo sur de la distribución natural del grupo Forastero. A pesar de pertenecer a este complejo genético, el cacao Nacional Boliviano se diferenció de los cinco clones Forasteros y Trinitarios de referencia. Se identificaron dos subgrupos dentro de los 73 genotipos de cacao Nacional Boliviano, los cuales difirieron en las características de las flores, mazorcas y semillas. Se encontró una amplia variación entre subgrupos en 20 de las características cuantitativas evaluadas. Aunque se estudiaron genotipos en cuatro diferentes localidades, se detectaron solamente dos subgrupos, sugiriendo que las plantaciones de cacao Nacional Boliviano que existen hoy día en el Alto Beni provienen de pocas plantas y que hubo un amplio intercambio de semillas de cacao Nacional Boliviano entre localidades.

Ayestas (2009), realizó estudios donde caracterizó el árbol *Thebroma cacao* L, aplicando 12 descriptores, los frutos empleando 15 descriptores y las semillas aplicando 5 descriptores cualitativos y cuantitativos. Se realizaron análisis de varianza, análisis descriptivo a todas las variables, análisis conglomerado y

discriminante canónico solo a las variables cuantitativas. Los árboles presentaron altura media de 3,6 m, la altura de horqueta fue de 1,4 m. El 79% de los árboles mostraron apariencia vigorosa y el 55% crecen en competencia completa en la parcela. El peso medio del fruto fue de 683,1 g con 39 semillas en promedio. El árbol ID- 298 registró el máximo peso y diámetro del fruto, sin embargo mostro un espesor del caballete grueso (3 cm), el ID-287 registró la mayor cantidad de semilla por fruto (49) y el ID- 356 presentó el mayor peso de 100 semillas al 6,7% de humedad. El color amarillo predominó (71%) en los frutos evaluados. El análisis de conglomerado conformo dos grupos morfológicamente diferentes. Las características que más contribuyeron a explicar la variabilidad fueron: Peso, longitud y diámetro del fruto, espesor del caballete, profundidad del surco; ancho, largo y espesor de semilla, peso fresco y peso seco de 100 semillas; Sin embargo, no se mostraron diferencias significativas en el número de semillas por fruto, ni para las variables morfológicas del árbol. Aplicando los parámetros siguientes: más de 35 semillas por fruto, índice de semilla mayor a 1 g e índice de mazorca menor a 20, se preseleccionaron 28 árboles élite de cacao. El análisis de componentes principales demostró que 7 variables explican el 77% de variabilidad observada y para explicar el 100% se necesita 20 variables. Las variables de mazorca y semilla fueron las que más aportaron a explicar la variabilidad observada en la población de árboles caracterizados

1.2 Del cultivo de *Theobroma cacao* L (cacao)

1.2.1 Origen e historia del cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene su origen en la cuenca alta del río Amazonas, en un triángulo formado entre Colombia, Ecuador y Perú, tuvo su apogeo cultural con los aztecas en Centroamérica y posteriormente fue llevado a Europa donde finalmente se masificó su consumo (Valenzuela, 2012). La mayor diversidad genética de la especie *Theobroma* se encuentra en el alto Amazonas (Motamayor *et al.*, 2008) desde donde se ha distribuido a Centroamérica y México (Thomas, Van Zonneveld, Loo, Hodgkin, Galluzzi, and J. Van Etten. 2012).

Actualmente se conocen 22 especies del género *Theobroma*, tres grupos morfológicos: criollo, forastero, y trinitario (híbridos de criollo x forastero)

(Cuatrecasas, 1964) y 10 grupos genéticos (Motamayor *et al.*, 2008). *T. cacao* es la única especie de importancia comercial, es diploide ($2n=2x=20$) con un genoma de 411-494 Mb (Argout *et al.*, 2011; Motamayor *et al.*, 2013). Su centro de origen es la cuenca del Alto Amazonas (Soria 1966; Wood 1982).

El cacao está distribuido en las tierras bajas tropicales y se cultiva principalmente entre los 20° latitud norte y 20° de latitud sur. Sin embargo las mejores plantaciones están localizadas entre de latitud norte y 10° sur. En América el cacao se cultiva desde el sur de México hasta Brasil y Bolivia (Ochse et al. 1974). La distribución natural del cacao en Suramérica alcanza hasta los 15° de latitud sur, en los ríos Alto Beni y Mamoré del territorio boliviano y por el norte hasta cerca de los 10° de latitud en los límites de los llanos venezolanos por las vertientes bajas de las sierras de Parimá, que dividen a Venezuela de Brasil (Soria 1966). Los agricultores Mayas fueron los primeros en cultivar el cacao en América Central y en especial en México.

1.2.2 Taxonomía del cultivo de cacao

Linneo en 1753, primero ubicó el género *Theobroma* en la familia Tiliaceae; después considero que podría ser incluido en la familia Sterculiaceae, y actualmente es incluido en la familia Malvaceae.

Según, Species 2000 & ITIS Catalogue of Life (2016):

Reino: Plantae

Filo: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: *Theobroma*

Nombre científico: *Theobroma cacao* L.

1.2.3 Morfología del cultivo

Paredes (2004) menciona que la planta del cacao es perenne con una vida útil de producción promedio de 20 años. Benito (1992) dice que el cacao desarrolla una

raíz pivotante central, que en un suelo de buena profundidad y aireación, puede llegar a 2,0 m. Las raíces secundarias están insertadas en mayor número en la parte superior de la pivotante, apartándose hasta 5-6 m; estas raíces ocupan las zonas superiores del suelo.

El tallo presenta un dimorfismo acentuado en los órganos vegetativos. El brote inicial es ortotrópico, con las hojas pecioladas e insertadas. Después de varios años y con una altura de 1,50 m, se interrumpe el crecimiento apical y surgen 5 yemas laterales; que formarán ramas plagiotrópicas dorsiventrales (horquetas), las que se diferencian del brote por las hojas pecioladas cortas (Benito, 1992).

La floración se concentra en las ramas principales y la madera vieja del tallo. La inflorescencia se origina en una axila foliar y es una cima dicásica muy comprimida. Con el transcurso del tiempo, en el sitio de origen se produce un engrosamiento secundario para formar el llamado "cojín" floral (Wood, 1982). Las flores son pequeñas con cáliz de color rosa, con segmentos puntiagudos; la corola de color blanco y amarillo o rosa. Los pétalos son largos. La polinización es entomófila (MINAG, 2012).

El fruto del cacao es una sub-baya glabra; algunas veces liso, otros corrugado de forma amelonada y hasta fusiforme; el color varía cuando el fruto está en desarrollo de verde hacia amarillo; el grosor de la cáscara es también variable (Benito, 1992).

1.2.4 Grupos morfológicos del cacao

Tres principales grupos de cacao han sido descritos y cultivados tradicionalmente alrededor del mundo: Criollo, Forastero y Trinitario. El grupo de los Criollos fue originalmente cultivado por los mayas en América Central y representa el primer grupo de cacao domesticado del mundo. El grupo de los Forasteros incluye distintas poblaciones localizadas a lo largo de la Región Amazónica desde Colombia hasta Guyanas. Las almendras de cacao de calidad, provienen del grupo Criollo que, a diferencia del cultivar Forastero y del Trinitario (obtenido por la recombinación de los dos primeros), fue domesticado y empleado como materia

prima en la alimentación de los pueblos precolombinos de Centroamérica hace unos 3,800 años (Powis *et al.*, 2011).

El grupo Forastero cuenta con dos subgrupos bien definidos: Forasteros del Alto Amazonas (provenientes de la parte alta de la cuenca Amazónica, ríos Caquetá, Napo y Putumayo, con frutos de diversas formas y tamaños, y almendras de color violeta) y Forasteros del bajo Amazonas (frutos de forma amelonada, corta de color verde y amarillo cuando alcanzan su madurez, superficie lisa, de corteza gruesa y difícil de cortar). Este tipo de cacao forma un grupo complejo tanto en sus formas silvestres como cultivadas. Dada su alta productividad domina la producción mundial, ocupan cerca del 95% del total cultivado, en países del Oeste de África, Brasil y Ecuador, y del cual se obtiene igual porcentaje del chocolate que se comercializa (Efombagn *et al.*, 2009). De este se obtiene el cacao a granel o “básico” y contribuyó como parental en la generación de los Trinitarios hace unos 250 años (Motamayor *et al.*, 2008). El grupo Criollo “nativos” o “antiguos” estarían asociados con menor rendimiento agronómico, al poseer mazorcas de menor tamaño y menos número de almendras por fruto, además de una marcada susceptibilidad a *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora palmivora* (Motamayor *et al.*, 2002). De este grupo se obtiene el cacao “fino” contribuye a la producción mundial con el 5% (Afoakwa *et al.*, 2008); aunque su consumo aún está revalorándose, se encuentra en expansión y es mucho más exigente respecto a la calidad de la materia prima y de los productos derivados de ésta. Este mercado gourmet paga sobreprecios por almendras obtenidas del genotipo Criollo y destina el grano a la elaboración de chocolates “finos” altamente cotizados en Estados Unidos y Europa. Esta situación, sumada a otras características de mercadeo, que premia los productos con denominación de origen y simplifica los requerimientos de comercio, estimula la conservación, cultivo y comercialización de razas o genotipos de calidad “superior” (Vázquez *et al.*, 2012). El grupo de los Trinitarios está constituido por poblaciones híbridas desarrolladas a partir de cruces naturales entre Criollo y Forastero (Powis *et al.* 2011). Algunos son poblaciones segregantes que se originaron por hibridación natural entre Forastero (amelonado) del Bajo Amazonas y Criollos. En el comercio es conocido como “Cacao fino de aroma” y su sabor puede deberse en parte a su herencia criolla; a este grupo pertenecen todos

los materiales Imperial College Selection [ICS] que se conocen en el mundo (ICS 1, 6, 39, etc.) (Aránzazu *et al.*, 2009).

Pese a que los individuos de cacao presentan un sistema de entrecruzamiento preferentemente alógamo, se ha documentado una clara distinción entre sistemas de auto-incompatibilidad de los genotipos Forasteros y de autocompatibilidad de los Criollos. Sin embargo, existen reportes de segregación hacia los dos sistemas de polinización por parte de los dos genotipos (Vázquez *et al.*, 2012). A continuación, se detallan algunas características de los grupos principales:

A. Cacao forastero:

Los cacaos forasteros, conocidos también como cacaos Amazónicos y/o amargos son originarios de América del Sur. Su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Esta población es la más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil y proporcionan más del 80% de la producción mundial (Motamayor *et al.*, 2002).

El cacao forastero es muy variable y se encuentra en forma silvestre en la alta (Perú, Ecuador y Colombia) y baja Amazonía (Brasil, Guyanas y a lo largo del río Orinoco en Venezuela), presenta estaminoides con pigmentación púrpura, mazorcas verdes con más de 30 semillas, de color púrpura, con alta astringencia y bajo contenido de grasa. A este grupo pertenecen todos los cacaos comerciales del Brasil, oeste africano y este de Asia, así como el cacao nacional del Ecuador, y líneas del bajo Amazonas de tipo amelonado que incluye Iquitos, Nanay, Parinari, y Scavina. (Arguello y Mejía, 2000).

Estos tipos de cacao son originarios del alto Amazonas y dispersados naturalmente, por dicha cuenca (Braudeau, 1970). Tal vez resulte útil hacer una distinción entre los cacaos ordinarios que se establecieron desde hace bastante tiempo en África Occidental y Brasil y los Forasteros Amazónicos que se han originado de colectas recientes. El cacao amelonado del África Occidental es una población muy homogénea, resultante de una pequeña introducción, pero en la actualidad representa la mayor parte de la producción mundial (Wood, 1982).

B. Cacao criollo:

El apelativo “criollo” (indígena) fue en su origen atribuido por los españoles al cacao cultivado inicialmente en Venezuela, en América Central y México y cuyos granos de cotiledones blancos proporcionaban un chocolate de superior calidad (Braudeau, 1970).

El cacao criollo se caracteriza por tener estaminoides rosados, mazorcas verdes o rojas del tipo Cundeamor, de superficie rugosa y surcos profundos; posee entre 20 y 30 semillas de color blanco o crema, alto contenido de grasa, sin astringencia y bastante aroma; son usados en la industria cosmética. Los principales tipos criollos incluyen cacao Pentágona, cacao Real y cacao Porcelana (Arguello y Mejía, 2000).

C. Cacao trinitario:

Este grupo es el resultado del cruzamiento entre individuos criollos y forasteros. Comprende formas híbridas heterogéneas, su calidad y características botánicas son intermedias entre los dos grupos (Arguello. y Mejía, 2000). Se cultiva en México, Centro América, Norte de Sudamérica, Trinidad, Colombia, Venezuela y oeste de África y suroeste de Asia (Sánchez, 1983).

Este grupo se usa como material de injerto para multiplicarlo sin perder sus características, las mejores cruas combinan el sabor del cacao criollo con la rusticidad del Forastero, produciendo cacao de mucha demanda por su aplicación en los chocolates de alto grado de “sabor” (Davies, 1986).

1.2.5 Grupos genéticos del cacao

Tradicionalmente, los dos principales grupos del cacao (*Theobroma cacao*), que han sido definidos basados en características morfológicas y origen geográfico, son el “Criollo” y el “Forastero”. Un tercer grupo “Trinitario”, ha sido reconocido y consiste en una hibridación de “Criollo” x “Forastero” (Cheesman, 1944).

Los resultados obtenidos en las más recientes investigaciones acerca del germoplasma del cacao (Motamayor *et al.*, 2008), llevó a proponer 10 principales grupos: Marañón, Curaray, Criollo, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Purus,

Nacional y Guiana. Esta nueva clasificación refleja de una manera más precisa la diversidad genética para los mejoradores que la tradicional (Criollo, Forastero, Trinitario), para ello utilizando marcadores moleculares (106 microsatélites) sobre 1,241 accesiones para determinar la diversidad genética del cacao.

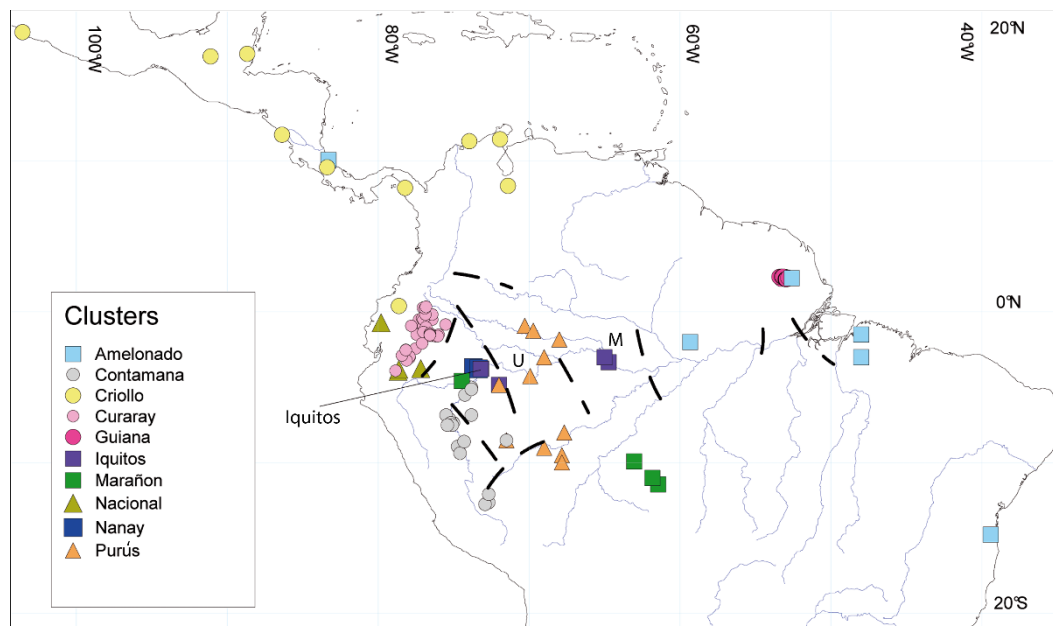


Figura 1. Localización del origen de la clasificación botánica propuesta para el cacao. Fuente: Motomayor *et al.*, (2008).

1.2.6 Ecología

Proamazonía, (2003) indica que los factores climáticos críticos para el desarrollo del cacao, son la temperatura y la lluvia. A estos se le unen el viento y la luz o radiación solar. El cacao es una planta que se desarrolla bajo sombra. La humedad relativa también es importante ya que puede contribuir a la propagación de algunas enfermedades del fruto. Estas exigencias climáticas determinan que el cultivo de cacao se concentre en las tierras bajas tropicales.

Temperatura: Este factor influye en el crecimiento del cacao, en la abundante floración y fructificación, así como en la obtención de brotes foliares normales y bien repartidos a lo largo del año. La temperatura media anual óptima debe ser alrededor de 24°C. La temperatura media de las mínimas diarias debe ser, por otra parte, superior a 18°C.

Precipitación Pluvial: En lo que se refiere al régimen de lluvias, ésta varía de región en región y es el factor principal de las diferencias observadas en el manejo del cultivo. Por lo general, en las regiones productoras de cacao, la precipitación

anual excede la pérdida de agua debido a la evapotranspiración. Como regla general, la precipitación anual varía entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos. Si la cantidad de lluvia es mayor a los 2,500 mm la producción puede reducirse. Así mismo, puede influir también en la alta incidencia de enfermedades. En lugares donde la cantidad de lluvia es menor de 1,200 mm, se puede cultivar cacao con la ayuda de riego complementario.

Suelo: Las plantaciones están localizadas en suelos que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limos, con PH que oscilan entre 4,0 y 6,5. Se puede decir que el cacao es una planta que prospera en una amplia diversidad de tipos de suelo.

Materia Orgánica: El cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica. Esta capa se degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, viento y a la lluvia directa

Altitud La altitud comercialmente recomendada para el cacao se encuentra entre los 300 y 800 metros. Sin embargo, se puede encontrar plantaciones de cacao en diferentes pisos ecológicos.

Como conclusión, cabe mencionar que ninguno de los factores ecológicos puede considerarse como un elemento independiente del resto y es extremadamente difícil definir el medio ecológico ideal. El cacao puede adaptarse a condiciones muy diversas si en conjunto puede satisfacer sus exigencias, especialmente en lo que concierne a la temperatura, al abastecimiento de agua y al drenaje.

1.3 Cacao silvestre

El Cacao Silvestre se puede definir como el proveniente de plantas que forman parte de un sistema de bosque natural; por tanto, nacen, crecen, producen y se reproducen sin necesidad de la intervención del hombre. Se consideran también en este grupo a las plantas que se cree fueron introducidas al bosque natural durante la colonia española, y fueron aprovechadas por comunidades indígenas, misioneros católicos, estancieros y otros grupos humanos que vieron en el cultivo del cacao un producto para el consumo familiar y local o una alternativa económica, las cuales

fueron posteriormente abandonadas adaptándose a las condiciones naturales del bosque y adquiriendo características y propiedades específicas. Por otro lado, el cacao cultivado se define como el que se produce a partir de plantaciones que han sido incorporadas a los sistemas productivos de diversa envergadura, incluidos en ellos los conducidos por familias campesinas indígenas, a través de la siembra, el cuidado y cosecha del fruto (Vaca y Llobet, 2009).

A. Descripción del cacao silvestre:

Es oportuno mencionar que existe una diferencia entre el “cacao cultivado” y el “Cacao Silvestre”, según el estudio realizado por el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA) denominado “El cacao en Bolivia:

Una alternativa económica de base campesina indígena”, realizan una diferenciación estableciendo que:

El Cacao Silvestre es “aquel que vive dentro de los bosques naturales y se reproduce sin necesidad de la intervención del hombre. Se incluyen en esta definición, todas aquellas áreas de plantas que posiblemente provienen de cultivos introducidos en tiempos de la colonia y han sido abandonadas y ahora presentan características semejantes a los cacaotales silvestres”; y el cacao cultivado se define como plantaciones que han sido incorporadas a los sistemas productivos, a través de la siembra, el cuidado y aprovechamiento del fruto (Vaca y Llobet, 2009).

El cacao silvestre, son variedades nativas de cacao locales, que se desarrollan de manera natural, en forma de rodales, en áreas de los bosques tropicales y hablando del cacao cultivado, es manejado tradicionalmente; los productores determinan el lugar dónde se lo va a producir, se inicia con la preparación del terreno, se prepara el almácigo de las semillas y se realiza el trasplante de plantines a campo definitivo y el manejo durante el crecimiento de las plantas. Los cultivos de cacao nativo provienen de semillas silvestres y conservan sus características de sabor y aroma de cacao de calidad. Los cultivos de cacao híbrido utilizan variedades mejoradas dirigidas a una mayor productividad, sus características organolépticas y el contenido graso son menores al grano de cacao nativo y silvestre (Prado, 2010).

B. La importancia del cacao silvestre:

Este producto puede constituirse en un importantísimo generador de recursos para un país, y en una fuente de ingresos significativos para cientos de comunidades campesinas y pueblos originarios, además de ser un ejemplo de la vasta biodiversidad. Por esta razón, es fundamental proteger los bosques de cacao silvestre y promover su sostenibilidad por aquellos que lo vienen haciendo desde hace siglos: los pueblos tacanas, lecos y otras culturas originarias de nuestra Amazonía (Prado, 2010).

1.4 Conservación ex situ

Es la conservación de recursos fitogenéticos (variedades, clones, ecotipos, etc.) fuera de su hábitat natural y/o lugar de origen, en bancos de germoplasma o semillas. La conservación ex situ, que se refiere a la conservación de la diversidad biológica fuera de su hábitat natural (INIA, 2008).

Según Engels y Visser, (2007) es el método de conservación mejor investigado, más ampliamente usado en el mundo por las diferentes instituciones y de acuerdo con ellos es el más conveniente, tanto en colecciones vivas en bancos de germoplasma en campo, en cámaras frías de conservación de semillas, como en bancos de germoplasma in vitro (Rao *et al.*, 2007). Esta metodología es reconocida como una de las herramientas más importantes al alcance de los jardines botánicos y bancos de germoplasma para la conservación de la biodiversidad. El propósito de este tipo de conservación es proveer custodia para la protección con el fin de asegurar la supervivencia de las especies (Wyse y Sutherland 2000).

1.4.1 Definición de germoplasma

Es la colección de material vegetal o «material genético» o material que sirve para la reproducción o propagación vegetativa de las plantas. Incluye cultivares nativos de la especie, cultivares mejorados, poblaciones en proceso de mejoramiento, especies silvestres relacionadas y especies cultivadas relacionadas (INIA, 2008).

- Acciones:

Es una palabra técnica utilizada en la denominación de las semillas (partes de reproducción) de variedades nativas colectadas y mantenidas en bancos de

germoplasma debidamente identificadas, con información de origen y localización geográfica.

Es el número único de identificación de cada una de las introducciones de las colecciones conservadas en el banco de germoplasma. Ejm: BGc – 004 (Banco de germoplasma de cacao – 4). En algunos casos, se registra como “ninguna” cuando no forma parte de dicho banco. En otros casos, se incluye un código de identificación alfa-numérico cuando el cultivar aún no ha sido ingresado al banco de germoplasma. Ejm: M - 1, 7 (Híbrido Misceláneo – 1, árbol 7) (García, 2010).

1.4.2 Bancos de germoplasma

Las colecciones son congregaciones de accesiones representativas de una variación genética objetivo de conservación y/o utilización. Pueden contener desde decenas hasta miles de muestras, mantenidas en los ambientes y condiciones adecuadas. Los bancos de germoplasma se establecen para cumplir los objetivos de conservación de una institución de investigación, un país o una región y en ellos se realizan diferentes actividades que van desde adquirir el germoplasma, conocer sus características, utilidad potencial, y asegurar su supervivencia, hasta mantenerlo disponible para los usuarios y difundir información que estimule su utilización (Jaramillo y Baena, 2000).

A. Colecciones internacionales de germoplasma de cacao:

Las colecciones realizadas en países centro de origen y de domesticación inicial, fueron depositadas en bancos de germoplasma nacionales, y las muestras duplicadas, fueron enviadas a dos bancos de germoplasma internacionales, una ubicada en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE-Turrialba), en Costa Rica y la otra en la Universidad de las Indias Occidentales (UWI), en Trinidad & Tobago y que se conservan como ‘Colecciones Base’.

El Banco de germoplasma del CATIE (Costa Rica), conserva más de 1,200 accesiones (principalmente ‘Trinitarios’ y ‘Criollos’), y el Banco de germoplasma de la Unidad de Investigación de Cacao (CRU) de la Universidad de las Indias Occidentales (Trinidad & Tobago), conserva más de 2,500

accesiones de cacao, principalmente ‘Forasteros del Alto Amazonas’, ‘Trinitarios’ y ‘Criollos’.

Otras colecciones de germoplasma de cacao que se conservan en América del Sur, son: (i) la del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Pichilingue (INIAP-Ecuador), con más de 2,000 accesiones de todos los grupos germoplásmicos (naturales y artificiales) y colecciones exóticas (introducidas) de otros países, incluyendo material genético peruano colectado de los tributarios del río Ucayali y Marañón, y (ii) del Centro de Pesquisas de Cacao (CEPEC-Brasil), con más de 1,500 accesiones de cacao, principalmente “Forastero del Bajo Amazonas y Alto Amazonas”.

En otros continentes también existen importantes colecciones de germoplasma de cacao como: Ghana, Nigeria, Camerún y Costa de Marfil (África); Malasia, Indonesia y Papúa Nueva Guinea (Asia-Pacífico) y la del CIRAD, en la Guyana Francesa, que conserva más de 200 árboles madres silvestres.

Además, existen centros de cuarentena intermedia en la Universidad de Reading (Inglaterra), y en Miami (USA). Aun cuando es muy amplia la diversidad de recursos genéticos del cacao, éstos están en estado de subexplotación por: (i) la escasa caracterización del material vegetal en las colecciones, y (ii) la incompreensión de las relaciones existentes entre las diversas poblaciones de plantas (cultivadas y silvestres) (Eskes y Lanaud, 2001).

B. Colecciones nacionales de germoplasma de cacao:

La introducción de germoplasma en el Perú se inició en la década de los 40. Los clones “Pound” colectados cerca de Iquitos fueron introducidos al Alto Huallaga y sembrados en la Estación Experimental de Tingo María (EEA -TM). En 1953, el Proyecto Nacional de Mejoramiento de Germoplasma de Cacao, del M.A., inicia la introducción de germoplasma foráneo de cacao a Tingo María. Los materiales genéticos constitutivos fueron: 4 clones ICS (ICS 1, ICS 6, ICS-39 e ICS 48); 2 clones SCA (SCA 6 y SCA 12), de Trinidad; 3 clones EET (EET 59, EET 61 y EET 82) de Ecuador; 2 clones UF (UF-2 y UF-613).

En 1955 la colección de germoplasma se amplió con clones introducidos de Jaén, La Convención y material genético colectado de los bosques cercanos al río Huallaga. Entre 1957-1958, se continuó introduciendo germoplasma de Colombia y Costa Rica (Hernández, 1991).

En 1962, la EEA -TM en base a sus resultados de investigación, recomienda el uso de semilla híbrida de cruces 'Forastero' x 'Trinitario', donde intervienen como progenitores los clones 'Forasteros': SCA 6, SCA 12, POUND 7, POUND 16 e IMC - 67, y como clones 'Trinitarios': ICS-1, ICS-6 y UF – 613.

Pocos años después en la E.E.-Tulumayo, se seleccionaron y recomendaron los híbridos SCA 6 x IMC 67; SCA 6 x ICS 1 y SCA 6 x ICS 6, para su siembra comercial. Entre 1986 – 1989, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), encargó a F. Coral et al., que realizaran expediciones a la Amazonía peruana, para colectar valioso germoplasma de cacao de las cuencas de los ríos: Huallaga, Ucayali y Urubamba. En 1995, el Convenio ADEX-AID inicia la recolección de germoplasma de cacao en las zonas de Jaén-San Ignacio (Cajamarca), Bagua, Utcubamba y Condorcanqui (Amazonas), la misma que culminó en 1999 con un total de 96 accesiones que hoy constituyen la "Colección Marañón" (Liberato y Díaz, 2000).

En 1986, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a través del proyecto FD/PER/86/458 y el proyecto AD/PER/459/UNFDACPNUD/OSP, con sede en Tingo María, se propusieron como meta: "Recuperar la autonomía genética y ampliar la base genética del cacao peruano".

Y, como estrategias se establecieron:

1. La recolección de germoplasma de cacao silvestre y cultivado de la Amazonía Peruana.
2. La introducción de germoplasma de cacao foráneo.
3. El establecimiento de bancos de germoplasma y semilleros clonales de Cacao.

En 1995, el Proyecto AD/PER/95/939 del Programa UNOPS/PNUFID, inicia el establecimiento de un Banco de germoplasma de cacao en el valle del río

Apurímac-Ene (Ayacucho), con 40 accesiones (introducidas y nacionales). En la Tabla 1, se muestran los bancos de germoplasmas y semilleros de cacao en diferentes lugares del país.

Tabla 1
Bancos de germoplasma y semilleros de cacao.

Institución	Lugar	N° Accesiones	Colección
Universidad Nacional Agraria de la Selva(UNAS)	Tingo María	135 clones 9 Híbridos	Introducida (23) Huallaga (64) Ucayali (48)
Cooperativa Agraria de Tocache	Tocache	29 clones 10 Híbridos	Introducida (29)
Universidad Nacional de Ucayali	Pucallpa	32 clones	Introducida (32)
Comité de Productores de Shebonya	Puerto Inca	12 clones 6 Híbridos	Introducida (12)
Comité de Productores de San Alejandro	Irazola	18 clones	Introducida (18)
Comité de productores de Chazuta	Juanjui	7 clones 8 Híbridos	
Asociación de productores de cacao de los valles de la Convención y Yanatili	Sahuayacu-Echarati	19 clones 6 Híbridos 6 Híbridos	Introducida (19)

Fuente: (UNDCP/UNOPS, 1996).

1.4.3 Banco de germoplasma del ICT

El Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), viene ejecutando el proyecto “*Colección, conservación y valoración de la diversidad de genotipos de cacao silvestre y su micota endófito en la Amazonía Peruana*”, en convenio con USDA-ARS e INCAGRO. Por tal motivo, en el desarrollo del mencionado proyecto incluye tres expediciones a los principales ríos tributarios de la Amazonía y colecta de accesiones de cacao silvestre en los mismos. Es así que, en el mes de Julio del 2008 se realizó la primera expedición conformada por diez expedicionarios, siete del ICT y tres de USDA-ARS, hacia los ríos tributarios del río Huallaga, y río Marañón, logrando incursionar en 7 afluentes, colectándose 190 accesiones de cacao

silvestre. En el mes de Agosto del 2009, se realizó la segunda expedición conformado por once expedicionarios del ICT, en los ríos Santiago y Morona, colectándose 88 accesiones de cacao silvestre. En el mes de Octubre del 2009, se realizó la tercera expedición conformado por cuatro expedicionarios del ICT, en los ríos Tigre, Chambira y Napo, lográndose coleccionar 64 accesiones de cacao silvestre. De todas las accesiones se colectaron varas yemeras para ser injertadas en vivero y el campo de germoplasma.

Las varas obtenidas en la primera colecta de las 190 accesiones de cacao silvestre fueron injertadas en plántones de semilla IMC-67 en el vivero Trudy, de la Estación Experimental Juan Bernito. De la segunda y tercera colecta, 10 varas yemeras aproximadamente fueron injertadas en vivero Trudy y 5 injertadas en el banco de germoplasma (Campo definitivo), según el croquis de distribución de cada accesión.



Figura 2. Mapa de ubicación de los sectores donde se realizó la colecta de genotipos silvestres de cacao. Fuente: ICT. (2009).

A. Instalación del banco de germoplasma:

Según ICT (2009), indica que el banco de germoplasma se estableció en la propiedad del Instituto de Cultivos Tropicales, denominada “**Amazonian Collection (AC)**”, que cuenta con un área total de 12,4 ha, y fue diseñada para establecer el germoplasma de cacao silvestre procedente de las colecciones amazónicas, mediante propagación asexual por ramillas y con un diseño lineal.

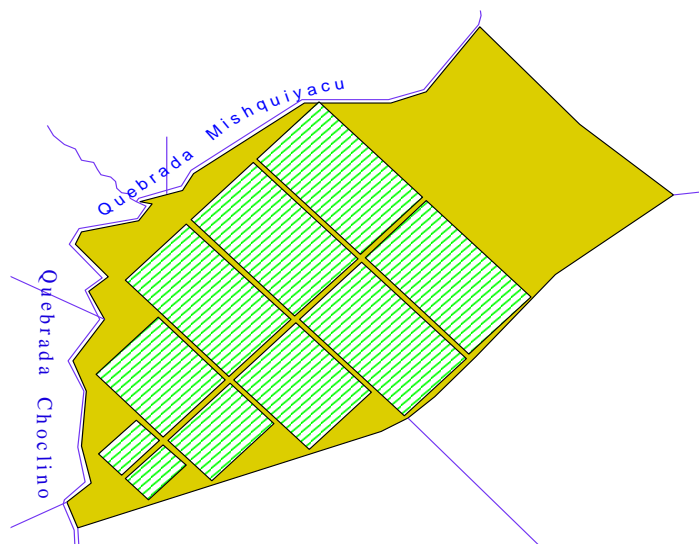


Figura 3. Estación experimental Amazonian Collection AC. Fuente: ICT. (2009).

- **Banco de germoplasma provisional:**

El banco se estableció en un bosque secundario de aproximadamente 20 años de edad, y es manejada bajo un sistema agroforestal. En el área en mención se diseñó, georreferenció, raleo selectivo de especies, picacheo de ramas, trazado – alineamiento, estaqueo, poceo, construcción de un vivero volante de 40 m², traslado de plántones procedentes del vivero “Trudy” que se encuentra ubicado en la estación experimental “Juan Bernito”, trasplante de las accesiones a campo definitivo, incorporación de un polímero llamada “yacugel” al suelo para la retención de humedad, abonamiento con súper guano de isla y riegos frecuentes. El banco de germoplasma se estableció en un área estimada de 7,500.00 m², con la finalidad de establecer y asegurar la viabilidad del material genético en forma provisional, para posteriormente obtener plantas mediante propagación asexual (ramillas) y evitar la mínima influencia del patrón en el injerto. Todo este proceso de establecimiento fue realizado durante la primera quincena del mes de septiembre del año 2009.

- **Georreferenciación, delimitación del área:**

El área destinada para el establecimiento del banco de germoplasma de plantas injertadas es de 7,500 m². Con la ayuda de un GPS se determinó su ubicación geográfica dentro de la Estación Experimental como Amazonian Collection, el cual se ubica entre los paralelos latitud sur 6° 28' 24" y 6° 28' 25" y los paralelos longitud oeste 76° 20' 02" y 76° 20' 00".

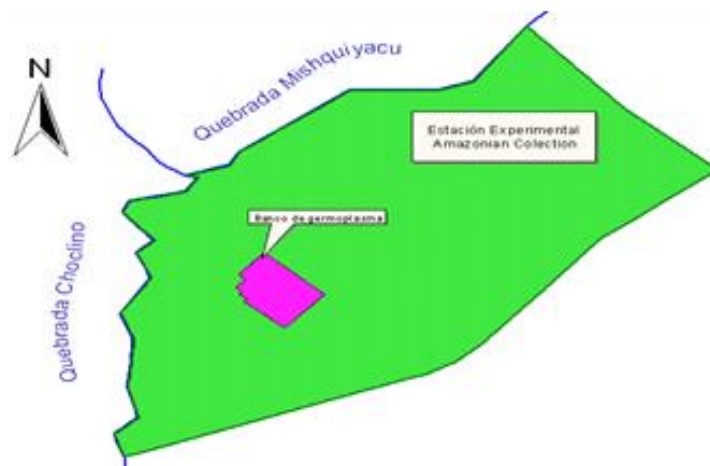


Figura 4. Ubicación actual del Banco de Germoplasma dentro de la Estación AC. Fuente: ICT. (2009).

1.5 Caracterización morfológica

1.5.1 Definición de caracterización

Es la descripción sistemática de una variedad, mediante la aplicación de una herramienta llamada descriptor, el cual determina la diferencia entre variedades y muestra la diversidad de los cultivos nativos. Caracterizar germoplasma consiste en describir sistemáticamente las accesiones de una especie a partir de las características cualitativas y cuantitativas como el hábito de crecimiento, la altura de la planta y el color de las flores, entre otras (INIA, 2008).

La caracterización de germoplasma es un factor estratégico en el proceso investigativo debido a que es un componente para la solución de problemas actuales y futuros relacionados con la obtención de variedades mejoradas mediante la utilización de métodos tradicionales o biotecnológicos.

La caracterización y evaluación son actividades complementarias que consisten en describir los atributos cualitativos y cuantitativos de las accesiones de una misma especie para diferenciarlas, determinar su utilidad, estructura, variabilidad genética y relaciones entre ellas, y localizar genes que promuevan su uso en la producción o en el mejoramiento de cultivos (INIA, 2008). Las dos actividades requieren exactitud, cuidado y constancia e incluyen un componente importante de registro de datos (IPGRI, 2000). La evaluación consiste en describir las características

agronómicas de las accesiones (rendimiento o resistencia a estrés debido a factores bióticos o abióticos), generalmente cuantitativas (variables con el ambiente y de baja heredabilidad), con el fin de identificar materiales adaptables y con genes útiles para la producción de alimentos y/o el mejoramiento de cultivos. En la mayoría de los casos es realizada por mejoradores (IPGRI, 2000).

1.5.2. Desarrollo de una caracterización morfológica

La mayoría de plantas cultivadas con importancia económica tienen sus patrones de identificación, caracterización y evaluación. Para llegar a estos protocolos se han realizado estudios de las características en el sentido de conocer la variabilidad de los caracteres dentro y entre plantas. Luego se ha seleccionado aquellas características cualitativas y cuantitativas que han resultado ser útiles para la descripción.

Existen caracteres fácilmente determinables que juntos pueden servir para establecer diferencias genéticas entre individuos, señalando una lista de descriptores tales como: color de la mazorca (madura e inmadura), forma y rugosidad de la superficie, color, tamaño y forma de la semilla, pigmentación de las partes florales particularmente los filamentos de los estambres, y la pigmentación de la mazorca.

La forma de la mazorca se describe en términos de caracteres separados: proporción, longitud: diámetro, forma de la punta y estrechamiento de la base. Los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos que están menos influenciados por el ambiente como: la flor y el fruto, le siguen en importancia las hojas, tronco, ramas, raíces y los tejidos celulares que muchas veces son difíciles de identificar. (Enríquez, 1991).

Las características: ancho y peso de la mazorca, peso de pulpa y testa, peso de semilla sin pulpa y testa, peso de la cáscara de la mazorca, largo, ancho e índice de semilla, sirven para discriminar clones de origen amazónico. Además, para discriminar clones de origen amazónico es conveniente considerar otras

características como: pigmentación del pedúnculo, del sépalo y del filamento estaminal, largo de lígula, largo y ancho del ovario y el rendimiento.

Al caracterizar clones de cacao menciona que la coloración del filamento estaminal, el número de óvulos por ovario, número de semillas por mazorca, peso de semilla seca; largo, ancho y espesor de semilla son las características discriminantes del cultivo de Cacao. Pound (1932), fue uno de los primeros investigadores en señalar que algunas características de la flor y la semilla son útiles en la caracterización de clones de cacao, cuyo criterio fue confirmado por Ostendorf (1965), quien concluyó que las piezas florales que mejor caracterizan los clones son los pétalos, el pistilo y el número de óvulos por ovario. Por su parte, determinó que el número de óvulos por ovario, es un factor que debe ser tomado en cuenta al momento de seleccionar clones, pues este carácter contribuye al incremento del potencial productivo de semilla. Por lo tanto, es de gran importancia en el mejoramiento genético de cacao.

Un descriptor es un atributo cuya expresión es fácil de medir de la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Sirve para discriminar entre fenotipos. Los descriptores son altamente heredables, pueden ser detectados a simple vista y se expresan de igual forma en todos los ambientes (Hidalgo, 2003). Los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos que están menos influenciados por el ambiente, los más importantes son: la flor y el fruto en importancia decreciente las hojas, tronco, ramas, raíces y los tejidos celulares (Enríquez, 1991).

Varios autores han propuesto listas de descriptores morfológicos para la identificación y evaluación del germoplasma de cacao. Por ejemplo, el IBPGR usa 65 descriptores, mientras Phillips y Enríquez (1988), propusieron una lista de 26 descriptores morfológicos y el CIRAD 24. Los descriptores han sido empleados desde la década de los 40 para caracterizar el germoplasma de las colecciones en diferentes centros de investigación tales como el CATIE, el ICGT, El Recreo y el ICGD entre otros. Pound (1932), señaló que algunas características de la flor y la semilla son de suma importancia en la caracterización de clones de cacao, lo cual es confirmado por Dejean y Ostendorf (1965), quienes propusieron que los pétalos,

el pistilo y el número de óvulos por ovario son los mejores descriptores para caracterizar los clones de cacao y propusieron una lista de 11 caracteres para la evaluación de las flores, que fueron usados por Engels (1979). Para la caracterización morfológica el IBPGR (1981), recomienda 35 frutos las características de las almendras; ancho, largo, espesor, peso húmedo sin testa, peso seco sin testa, porcentaje de testa y pulpa, están entre los mejores descriptores para caracterizar una población, usando una muestra de 12 a 20 mazorcas (Enríquez, 1966).

La variabilidad almacenada en el genoma de una especie, producto de su adaptación al medio donde se encuentra, puede ser agrupada en dos grandes clases: (1) la que se expresa en características visibles y que conforman el fenotipo, y (2) la que no se expresa en características visibles y que en general se refiere a los procesos o productos internos de la planta y que están siendo identificados mediante técnicas de biología molecular (Hidalgo, 2003).

Es así que la caracterización se define como la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma y que permite diferenciar a las accesiones de una especie (Abadie y Berreta, 2001).

En relación con el fenotipo, los caracteres que lo conforman corresponden en su gran mayoría a la descripción morfológica de la planta y su arquitectura, estos caracteres se denominan descriptores, los cuales deben reunir las siguientes características:

(1) ser fácilmente observables; (2) tener alta acción discriminante y baja influencia ambiental, lo que permite registrar la información en los sitios de colecta; (3) ser uniformes ya que la uniformidad de los descriptores es un parámetro indispensable porque esto hace que la caracterización tenga un valor universal (Abadie y Berreta, 2001; Pinzón y Rojas, 2008).

Hidalgo (2003), menciona los siguientes tipos de descriptores morfológicos:

A. Botánicos-taxonómicos:

Corresponden a los caracteres morfológicos que describen e identifican la especie y son comunes a todos los individuos de esa especie. En su gran mayoría estos caracteres tienen una alta heredabilidad y presentan poca variabilidad, aunque en las especies cultivadas con frecuencia se pueden encontrar unos pocos que muestran diferentes grados de variabilidad, especialmente en aquellos de interés particular para el hombre como son el tipo y la forma de la hoja, la forma del fruto y la descripción de la flor.

B. Morfoagronómicos:

Caracteres morfológicos que son relevantes en la utilización de las especies cultivadas. Pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo, e incluyen algunos de los caracteres botánicos-taxonómicos más otros que no necesariamente identifican la especie, pero que son importantes desde el punto de vista de necesidades agronómicas, de mejoramiento genético, y de mercadeo y consumo. A manera de ejemplos de estos caracteres se puede mencionar la forma de las hojas; pigmentaciones en raíz, tallo, hojas y flores; color, forma y brillo en semillas; tamaño, forma y color de frutos; arquitectura de planta expresada en hábito de crecimiento y tipos de ramificación. En su gran mayoría, estos descriptores tienen aceptable heredabilidad local, pero son afectados por cambios ambientales.

C. Evaluativos:

Porción de la variabilidad que sólo se expresa como respuesta a estímulos ambientales bióticos (plagas y enfermedades) o abióticos (estrés por temperatura, agua, nutrientes). En general, la respuesta se expresa en características de tipo cualitativo.

Dentro del género *Theobroma* existen diversas instituciones que han propuesto listas de descriptores morfológicos para la identificación y evaluación del germoplasma de cacao. Por ejemplo, el (IBPGR, 1980) ha seleccionado 65 descriptores, en tanto que Phillips y Enriquez (1988), propusieron una lista corta de 26 descriptores morfológicos (1 para hoja, 5 para flores y 20 para frutos), el CIRAD emplea 24 descriptores para la caracterización (1 para hoja,

8 para flores y 15 para fruto). En 1995, fueron adoptados por el CRU (Cocoa Research Unit) 23 descriptores (1 para hoja, 7 para flores, 14 para frutos y 1 agronómico) como lo reporta Bekele y Buttler (2000).

En cacao los órganos más importantes para ser utilizados en la descripción morfológica son la flor y el fruto, por ser menos influenciados por el ambiente, le siguen en importancia las hojas, tronco, ramas, raíces (Enríquez, G. 1991). En el fruto la relación largo/diámetro es una buena característica para diferenciar clones (Enríquez, G. 1966). López, B. O. (1984), determinó que el número de óvulos por ovario, el peso seco de la almendra y el ancho de la semilla son caracteres altamente heredables mientras que el número y peso fresco de las semillas por fruto son de baja heredabilidad. Ramírez (1987), concluye que todas las características de la mazorca, excepto el grosor de la cáscara son altamente heredables, lo que concuerda con lo encontrado por Arciniegas, (2005).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Tipo y nivel de investigación

2.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación fue básica porque está orientada a la búsqueda de nuevos conocimientos y campos de investigación sin un fin práctico específico e inmediato y que tiene como fin crear un cuerpo de conocimiento teórico sobre los fenómenos; sin preocuparse de su aplicación práctica (Sánchez y Reyes, 2006).

2.1.2 Nivel de investigación

Con nivel descriptivo porque se caracterizó morfológicamente variables cualitativas y cuantitativas.

Los estudios descriptivos se caracteriza por la evaluación de una serie de variables, midiéndose cada una de ellos independientemente, para así describir lo que se investiga (Hernández *et al*, 1999).

2.2 Diseño de investigación

Corresponde a un diseño no experimental puesto que no hay manipulación de alguna variable. Lo que se hace en las investigaciones no experimentales, es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarla (Hernández *et al*, 1999).

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

La segunda expedición en la cuenca de los ríos Santiago (SAN) y Morona (MOR) del Alto Amazonas, consta de 33 y 45 accesiones respectivamente.

2.3.2 La muestra

La muestra considerada correspondió a 12 accesiones de la cuenca del río Santiago, que corresponde al 36,36 % de la población total y 16 accesiones de la cuenca del río Morona que representa al 35,55% de la población total.

Tabla 2

Accesiones de cacao silvestre para el estudio de caracterización morfológica

Nº	Clave	Ubicación	Georreferenciación	
		Cuenca de los ríos	Latitud Sur	Longitud Oeste
1	SAN 191	Santiago	03°06'54.2"	77°49'27.2"
2	SAN 225	Santiago	03°30'34.3"	77°48'39.0"
3	SAN 227	Santiago	03°30'34.4"	77°48'38.0"
4	SAN 193	Santiago	03°06'53.4"	77°49'29.9"
5	SAN 223	Santiago	03°30'33.7"	77°48'40.6"
6	SAN 221	Santiago	03°30'33.6"	77°49'21.3"
7	SAN 203	Santiago	03°06'40.2"	77°45'42.6"
8	SAN 255	Santiago	04°26'38.8"	77°39'40.0"
9	SAN 231	Santiago	03°43'04.4"	77°45'42.6"
10	SAN 249	Santiago	04°17'52.4"	77°43'59.3"
11	SAN 215	Santiago	03°20'21.6"	77°52'22.9"
12	SAN 247	Santiago	04°17'53.1"	77°43'58.3"
13	MOR 210	Morona	02°34'12.6"	96°00'68.0"
14	MOR 194	Morona	02°23'12.7"	96°05'58.2"
15	MOR 258	Morona	02°54'31.0"	95°62'90.5"
16	MOR 202	Morona	02°29'66.7"	96°03'44.7"
17	MOR 228	Morona	02°42'02.5"	95°78'05.4"
18	MOR 230	Morona	02°42'03.2"	95°78'07.0"
19	MOR 232	Morona	02°46'23.0"	95°70'44.7"
20	MOR 252	Morona	02°54'07.8"	95°60'16.5"
21	MOR 270	Morona	02°63'69.6"	95°00'45.1"
22	MOR 234	Morona	02°46'20.9"	95°70'44.9"
23	MOR 272	Morona	02°63'69.7"	95°00'38.6"
24	MOR 236	Morona	02°46'29.8"	95°70'44.7"
25	MOR 274	Morona	02°69'13.5"	94°93'08.7"
26	MOR 276	Morona	02°69'13.4"	94°93'07.5"
27	MOR 214	Morona	02°33'80.3"	96°00'94.2"
28	MOR 266	Morona	02°57'26.0"	95°12'36.4"

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas utilizadas fueron la observación y la toma directa de datos en campo, como en el laboratorio a través del programa ASSES 2.0.

2.4.1 Fuentes primarias

Observación y toma directa de los datos en el banco de germoplasma del cultivo de cacao y en el laboratorio.

Los instrumentos de recolección de datos fueron las fichas de descriptores en campo, fichas de toma de datos en el laboratorio y fichas bibliográficas.

2.4.2 Fuentes secundarias

Se realizó la consulta de estudios similares a esta investigación en diferentes zonas ecológicas.

2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se utilizó un análisis descriptivo (media (\bar{x}), máximos, mínimos, desviación estándar, coeficiente de variación (C.V.) y error estándar) para los diversos caracteres cuantitativos; y además se utilizó el análisis de dispersión y la técnica multivariada de conglomerados, con la intención de identificar los factores correlacionados sobre las variables biométricas.

2.6 Materiales y Métodos

2.6.1 Materiales

Herramientas:

- Vernier o pie de rey
- Forcípula
- Wincha de 5 Mts.
- Cinta métrica
- Pinzas N° 3,4
- Estilete
- Placa Petri
- Bisturí N° 11
- Regla de 20 cm.
- Bolsas de polietileno
- Tijera de poda
- Sacos de yute
- Plumón indeleble
- Etiquetas y fichas de evaluaciones

Equipos:

- Estereomicroscopio
- Balanza de precisión de 5 kg.
- Balanza gramera 600 g.
- Cámara digital

2.6.2 Métodos

A. Ubicación del ensayo

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental “El Choclino” del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), ubicado a 4 Km. del distrito de la Banda de Shilcayo, específicamente en el banco de germoplasma de cacao silvestre AMAZONIAN COLLECTION, así como también se utilizó las instalaciones del laboratorio de calidad de la estación experimental Juan Bernito.

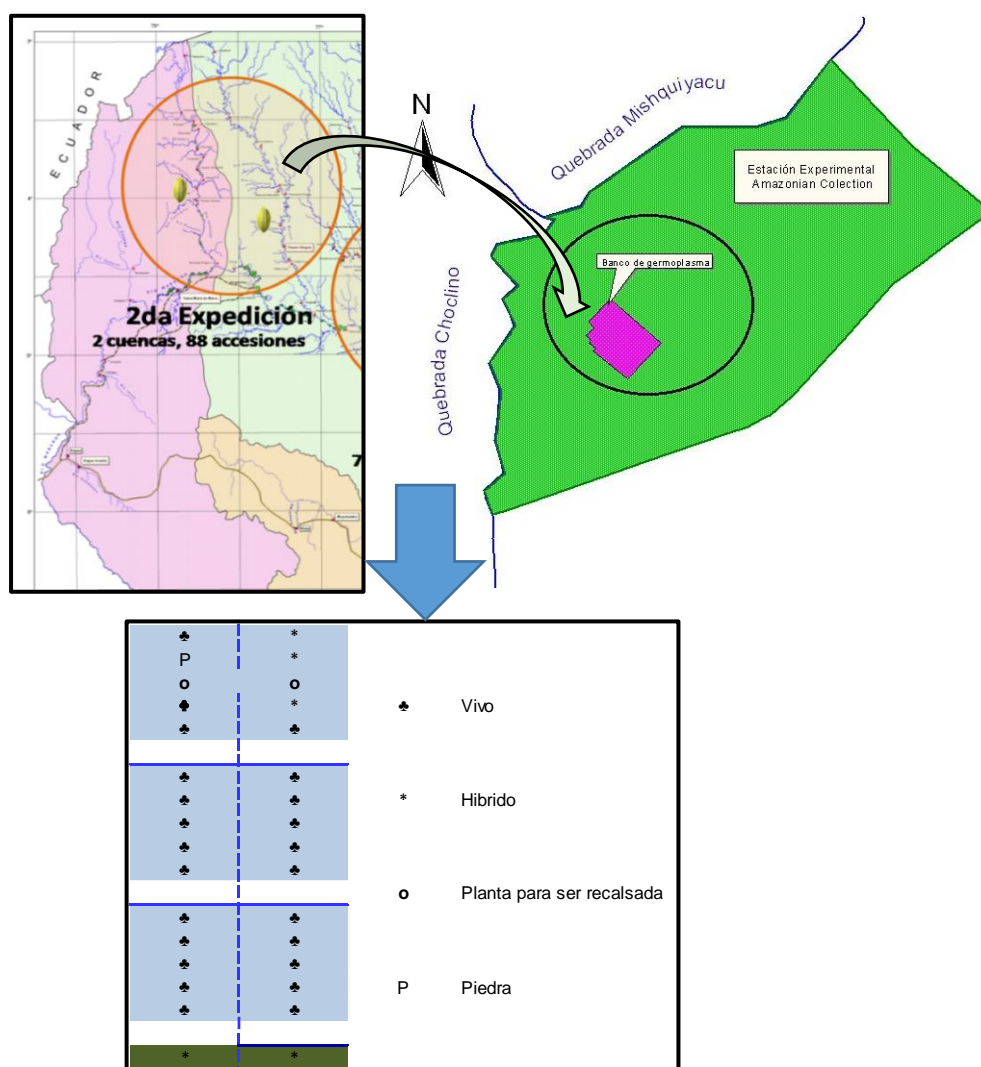


Figura 5. Localización y distribución de las accesiones de cacao silvestre evaluadas.



Figura 6. A y B; Banco de germoplasma de cacao silvestre-ICT.

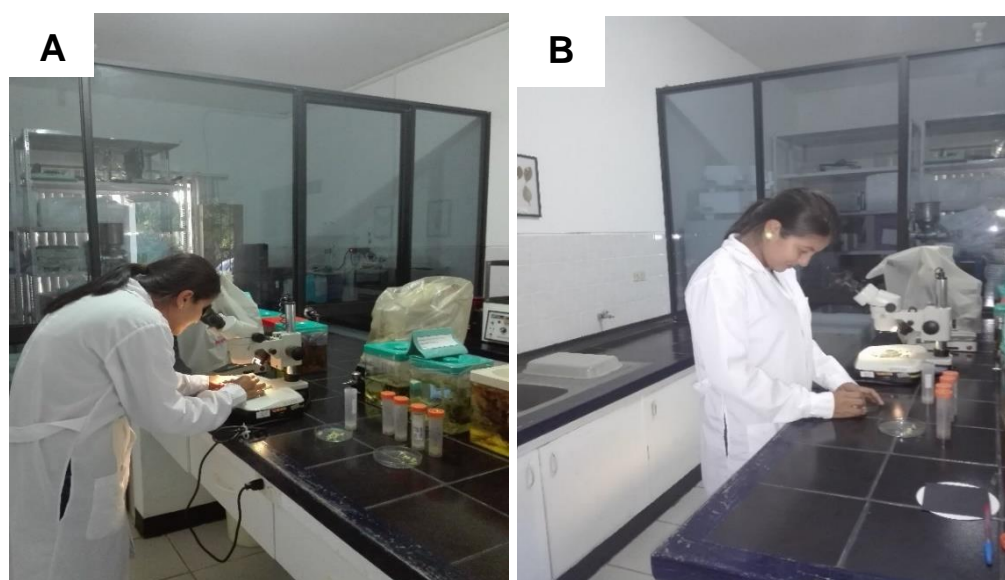


Figura 7. Ambientes del laboratorio de calidad del ICT.

a) Ubicación Política:

Departamento : San Martín.
 Provincia : San Martín.
 Distrito : Banda de Shilcayo.
 Sector : Choclino.
 Estación : Choclino-I.C.T.

b) Ubicación geográfica:

Latitud Sur : 06°28'37.3''
 Longitud Oeste : 76°19'54.6''
 Altitud : 506 m.s.n.m.m.

B. Desarrollo del proyecto

Se realizó el recorrido del área para el reconocimiento y la selección de las accesiones a evaluar. Cabe resaltar que cada accesión cuenta con 5 repeticiones (plantas injertadas) con un distanciamiento de 3m x 3m en forma lineal. La nomenclatura de las accesiones proviene de la zona de donde se colectaron las muestras, que son las cuencas de los ríos Santiago y Morona y la numeración va relacionado al número de colecta respectivamente.

Las accesiones obtenidas y evaluadas de las cuencas Santiago y Morona del Alto Amazonas (Referencia a la parte alta de la Amazonía Peruana) se encontraban en una zona de vida Bosque Húmedo Tropical y el lugar donde se realizó el presente trabajo se encuentra ubicada dentro de la zona de vida de Bosque Seco Premontano Tropical (bs – PT), según el sistema de clasificación desarrollada por Holdridge, (1967).

Previamente se obtuvo ciertas características para el desarrollo del proyecto.

• Características edáficas

Los suelos donde se desarrolló el proyecto de investigación muestran las siguientes características:

Tabla 3

Características edáficas del área estudiada.

Muestra	Caracterización edáfica					
	Textura	pH	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
	Arcillosa	6,43	4,88	0,22	11,4	107

Fuente: Laboratorio de suelos del Instituto de cultivos Tropicales (2016).

• Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos que se muestran en la Tabla 4 es el promedio de 16 meses en el cual se desarrolló el presente proyecto, y fueron obtenidos en la Estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9.

Segunda Expedición										
♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣
MOR-282	MOR-280	MOR-242	MOR-240	MOR-208	MOR-206		SAN-241	SAN-239	SAN-209	SAN-207
♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣
MOR-284	MOR-278	MOR-244	MOR-238	MOR-21	MOR-204		SAN-243	SAN-237	SAN-211	SAN-205
♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣
MOR-286	MOR-276	MOR-246	MOR-202	MOR-212	MOR-20	SAN-221	SAN-245	SAN-235	SAN-213	SAN-243
♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣							
MOR-288	MOR-274	MOR-248	MOR-236		Z	A	N	J	A	
♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣							
MOR-290	MOR-272	MOR-250	MOR-234							
♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣
	MOR-270	MOR-252	MOR-232	MOR-214	MOR-210	UNG-75	SAN-247	SAN-203	SAN-215	SAN-199
♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣
	MOR-268	MOR-254	MOR-230	MOR-216	MOR-198	SAN-263	SAN-249	SAN-231	SAN-255	SAN-249
♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣
	MOR-266	MOR-256	MOR-228	MOR-218	MOR-266	SAN-231	SAN-251	SAN-229	SAN-219	SAN-195
♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣
	MOR-264	MOR-258	MOR-270	MOR-220	MOR-194	SAN-259	SAN-253	SAN-221	SAN-223	SAN-193
♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣
	MOR-262	MOR-260	MOR-224	MOR-222	MOR-252	SAN-257	SAN-255	SAN-227	SAN-225	SAN-191
♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣	♣ ♣ ♣ ♣ ♣
♣	Vivo	♣	Hibrido	♣	♣	♣	Planta para ser recalzada	♣	P	Piedra

Leyenda:  Plantas en crecimiento vegetativo  Accesiones incompletas  Accesiones evaluadas

Figura 8. Croquis de las accesiones evaluadas en el proyecto de investigación.

Tabla 4

Datos meteorológicos registrados en la estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9 (2016 - 2017).

AÑO	2016						2017									
	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT
PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm.)	50,7	23,7	77,8	78,2	68,7	106	239,5	170,7	292,5	158,6	107,5	134,2	47,1	82	171,8	43,6
TEMPERATURA MÁXIMA PROMEDIO MENSUAL °C	32,1	34,3	34,2	34,3	34,9	33,8	31,7	32,2	31,7	32,2	31,5	31,1	30,8	33,4	32	33,6
TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO MENSUAL °C	20,5	20,6	21,3	22,3	23	22,4	22	22,5	21,9	22	21,7	20,9	19,8	21	21,2	21,9
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL °C	25,7	26,5	26,8	27,4	28,3	27,5	26	26,5	25,9	26,3	26	25,4	25	26,7	26	27
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL %	89	87	85	85	82	83	88	88	90	88	90	90	88	87	89	87

Fuente: SENAMHI, La estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9(2017).
Anuarios meteorológicos 2016 y 2017, Tarapoto, Perú.

a) Evaluación general de la Planta

Se evaluó las características generales de la planta en el mismo campo experimental, que son las características de crecimiento y presencia de pigmentación del follaje.



Figura 9. A: Muestra del vigor de la planta; B: Muestra de la pigmentación en las plantas.

b) Evaluación de hojas:

Se recolectaron de cada accesión un total de 5 hojas de la parte media de cada planta y se procedió a las mediciones respectivas con la ayuda de un escalímetro. La evaluación cuantitativa y cualitativa se realizó en el mismo campo experimental.



Figura 10. A: Selección de hojas para evaluación; B: Medición de variables en la hoja.

c) Evaluación de frutos:

La evaluación se realizó en frutos debidamente maduros y sanos. Se recolectaron 5 frutos de cada accesión, debidamente codificados, y se trasladó las muestras al laboratorio de calidad de la estación experimental Juan Bernito. Con la ayuda de una forcípula, un vernier digital y una balanza de precisión se evaluó las

características cuantitativas de los frutos de cada accesión; y con la ficha de evaluación se determinó las características cualitativas (ver Anexo A).



Figura 11. A: Evaluación de características cualitativas de fruto; B: Evaluación de características cuantitativas de fruto.

d) Evaluación de flores:

Se tomaron flores abiertas y desarrolladas con todas sus partes completas. Se recolectaron 5 flores por cada accesión en placas petri previamente codificados, del banco de germoplasma. Las muestras se trasladó al laboratorio de calidad de la estación Juan Bernito y se procedió a remover las partes de la flor con la ayuda de pinzas y bisturí, con el cuidado necesario. Las características cuantitativas se evaluaron midiendo las partes de las flores con la ayuda del programa ASSES 2.0 y con un estereomicroscopio se realizó el conteo del número de óvulos. Las características cualitativas se realizaron con la ficha de evaluación (Ver Anexo A).



Figura 12. A: Flor seleccionada de una accesión de cacao silvestre; B: Recolección de flores de cada accesión de cacao silvestre.

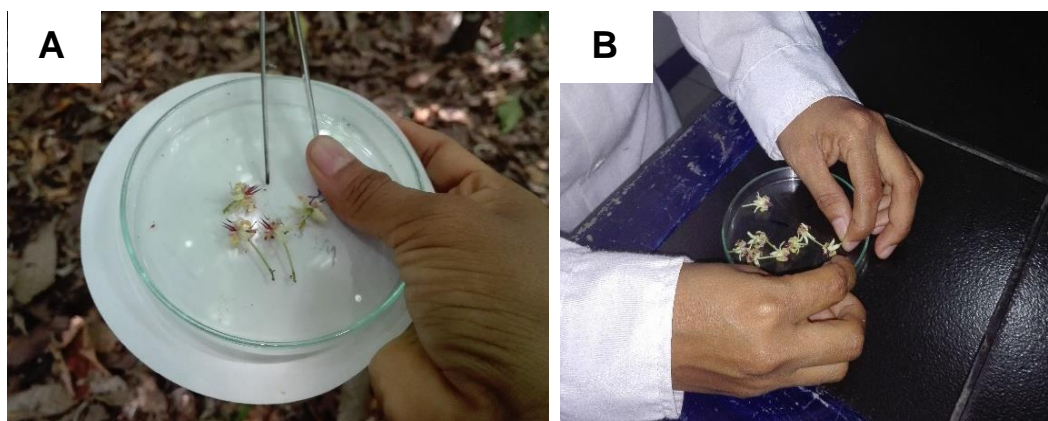


Figura 13. A: Muestras de flores colectadas; B: Selección de cada parte de la flor para su evaluación.

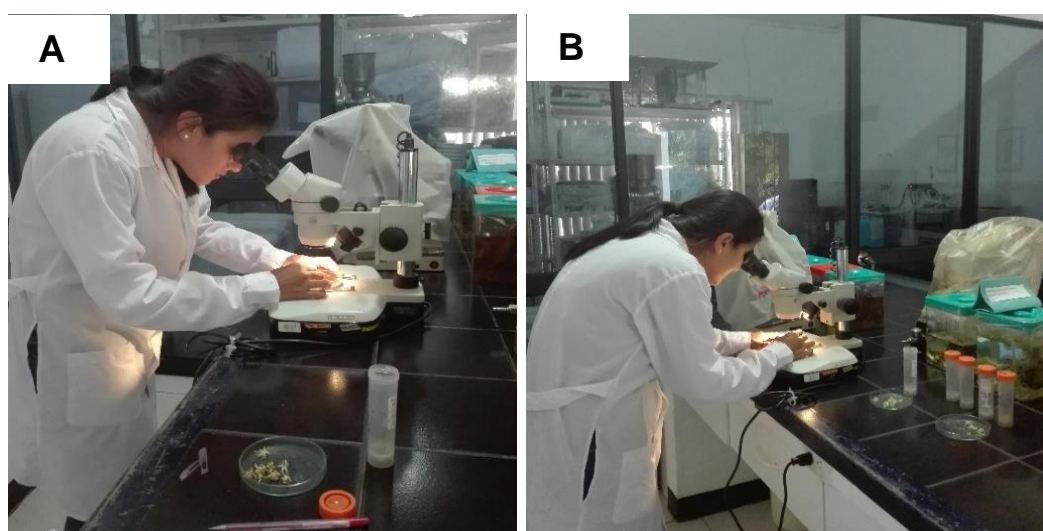


Figura 14. A y B; Evaluación del número de óvulos.

2.7 Variables evaluadas

Se evaluó un total de 39 variables entre cuantitativos y cualitativos para todas las características morfológicas, para esto se utilizó una lista de descriptores estandarizados obtenido por la “International Cocoa Germplasm Database” elaborado por (Wadsworth *et al.*, 1997).

A. Característica general de la planta

a) Hábito de crecimiento

Se hizo la descripción en forma visual teniendo en cuenta el ángulo de las ramas laterales con respecto al tallo principal según la siguiente escala, por Engels *et al.*, 1979:

0 = $< 90^\circ$ = Erecto

1 = $90^\circ - 135^\circ$ = Intermedio

2 = $> 135^\circ$ = Penduloso

b) Color del follaje nuevo

Se evaluó la presencia o ausencia de pigmentos antociánicos en las hojas tiernas de cada accesión, determinándose según la siguiente escala:

0 = Sin pigmentación

1 = con pigmentación

c) Vigor de la planta

Para la evaluación de ésta variable, se tomó como referencia la apariencia general (crecimiento) de cada accesión calificándose de acuerdo a la siguiente escala:

3 = Débil

5 = Intermedio

7 = Vigoroso

B. Características cuantitativas y cualitativas de la hoja:

a) Longitud de la hoja (L)

Es la distancia (cm), desde la base del limbo hasta el ápice de la hoja; se utilizó un escalímetro.

b) Ancho de la hoja (A)

Es la distancia (cm), entre las tangentes trazadas en ambos bordes laterales de la hoja y paralela a la línea de la longitud; se utilizó un escalímetro.

c) Longitud desde la base hasta el punto más ancho de la hoja (LBL)

Descriptor utilizado para determinar la forma de la hoja, de acuerdo a la relación (L/LBL).

d) Longitud del peciolo

Es la distancia (cm) entre el inicio del peciolo adherido en la rama hasta la base del limbo de la hoja, para ello se utilizó un escalímetro.

e) Presencia y ausencia de pulvínulo

Se evaluó la presencia de constricción y abultamiento del pecíolo, observada en la hoja joven, utilizando la siguiente escala:

0 = Pulvínulo ausente

1 = Pulvínulo presente

f) Forma de la hoja (L/LBL)

Se evaluó mediante la siguiente escala:

1 = L/LBL mayor de 2 cm.

= Ovoide

2 = L/LBL igual a 2 cm.

= Elíptica

3 = L/LBL menor de 2 cm.

= Obovada

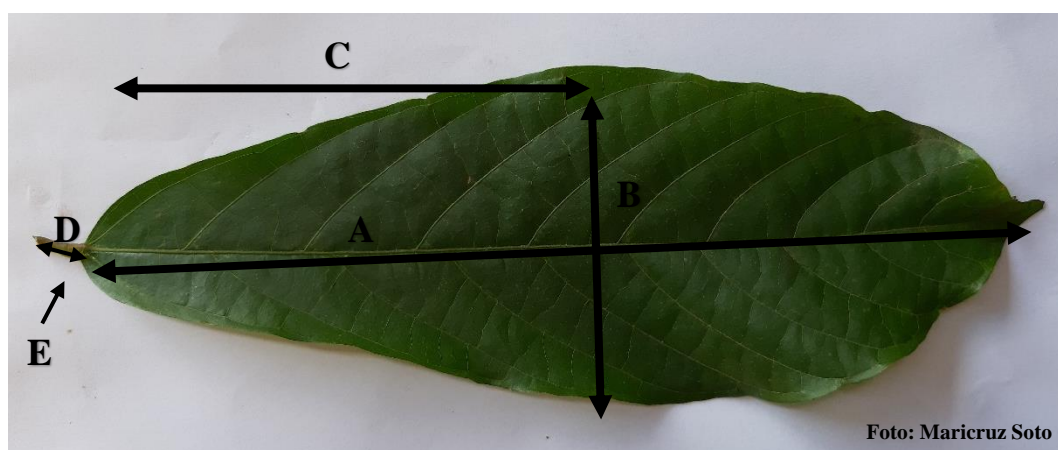


Figura 15. Descriptores morfológicos de la hoja: **A.** Longitud de la hoja (cm). **B.** Ancho de la hoja (cm). **C.** Longitud desde la base hasta el punto más ancho (cm). **D.** Longitud del pecíolo (cm). **E.** Presencia y ausencia de pulvínulo. Fuente: ICT (2009)

C. Características cuantitativas y cualitativas de la flor:

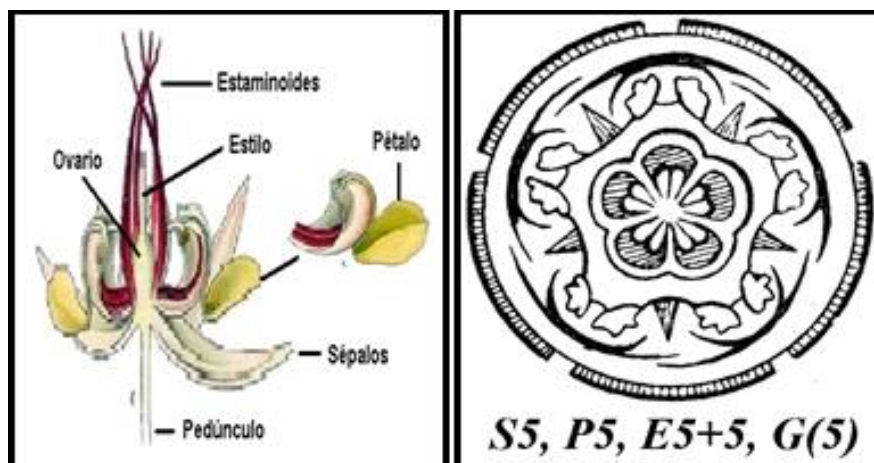


Figura 16. Partes y diagrama floral (5 sépalos, 5 pétalos, 10 estambres en dos grupos donde uno solo de los grupos es fértil y un ovario supero de 5 carpelos fundidos). Fuente: Vera (1993).

a) Color del pedúnculo floral

Se evaluó utilizando la siguiente escala:

- 1 = Verde
- 2 = Verde con Rojo
- 3 = Rojo



Figura 17. Muestra de flor con sus partes completas.

b) Longitud de sépalo

Se tomaron medidas en milímetros, para esto se utilizó el programa ASSES 2.0, la medición se realizó desde la base hasta el ápice.

c) Ancho de sépalo

Se utilizó el programa ASSES 2.0, se registraron medidas en el punto más ancho en milímetros.

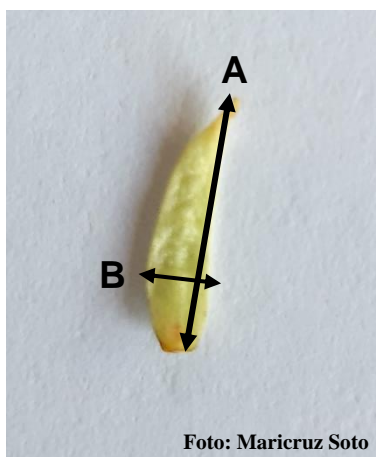


Figura 18. Descriptores morfológicos de la flor: **A.** Longitud de sépalo (mm).
B. Ancho de sépalo (mm).

d) Longitud de pétalo

Se utilizó el programa ASSES 2.0, se registraron medidas desde la inserción con el ovario hasta el ápice del mismo en milímetros.

e) Ancho de pétalo

Se utilizó el programa ASSES 2.0, se tomaron medidas en milímetros, en el punto más ancho del órgano floral.

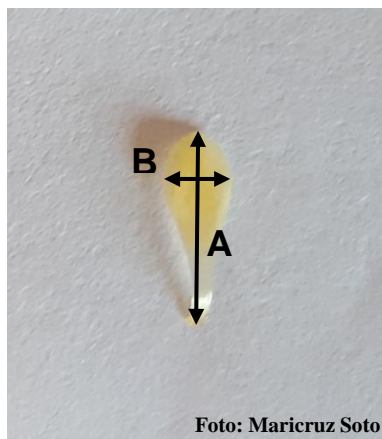


Figura 19. Descriptores morfológicos de la flor: **A.** Longitud de pétalo (mm). **B.** Ancho de pétalo (mm).

f) Longitud de estaminoides

Se utilizó el programa ASSES 2.0, se midió en milímetros, desde la inserción con el ovario hasta el término del filamento.

g) Color de estaminoides

Se determinó utilizando la siguiente escala:

3 = morado claro

5 = morado oscuro (intenso)

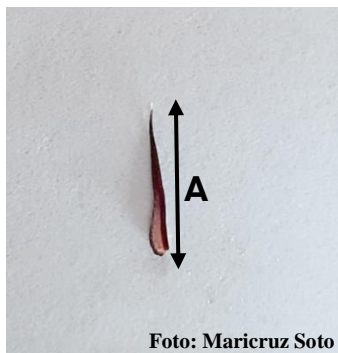


Figura 20. Descriptores morfológicos de la flor: **A.** Longitud de estaminoide (mm).

h) Longitud de ovario

Se utilizó el programa ASSES 2.0, con las medidas en milímetros.

i) Ancho de ovario

Se utilizó el programa ASSES 2.0, se tomaron las medidas en milímetros.

j) Longitud de estilo

Se utilizó el programa ASSES 2.0, tomando medidas en milímetros.

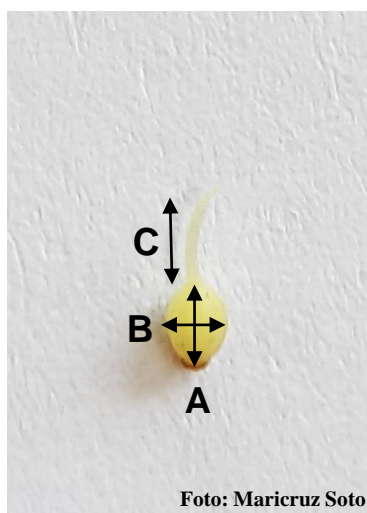


Figura 21. Descriptores morfológicos de la flor: **A.** Longitud de ovario (mm). **B.** Ancho de ovario (mm). **C.** Longitud de estilo (mm).



Figura 22. Partes de una flor de cacao silvestre. **A.** Sépalos; **B.** Estaminoides; **C.** Pétalos; **D.** Ovario.

k) Número de óvulos por ovario

Se realizó según la metodología sugerida por (Enríquez G. y López O., 1985).

Se observó en el estereomicroscopio y se cuantificó.

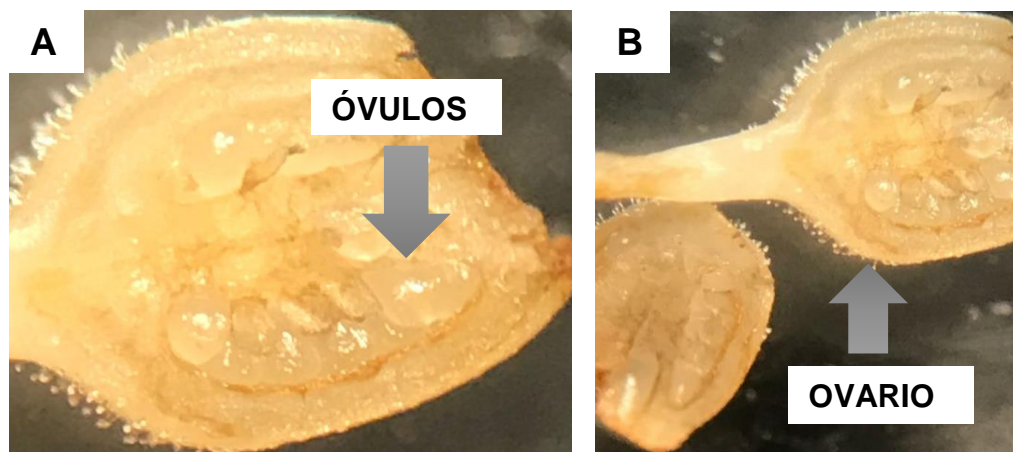


Figura 23. A y B. Óvulos dentro de un ovario.

D. Características cuantitativas y cualitativas del fruto:

a) Peso total

Las mazorcas fueron pesadas en una balanza de precisión, registrándose los pesos en gramos.

b) Longitud de fruto (cm)

Se utilizó una forcípula, midiendo desde la parte basal del fruto hasta el ápice del mismo en cm. (Figura 24)

c) Diámetro de fruto (cm)

Mediante el uso de la forcípula, se registró las medidas del diámetro en cm. (Figura 24).

d) Espesor de cáscara (cm)

Se registró en cm. haciendo uso del vernier, se tomó la parte más ancha del mesocarpio. (Figura 24).

e) Profundidad de surco

Se tomó el surco más profundo, midiendo con la ayuda de un vernier en cm.

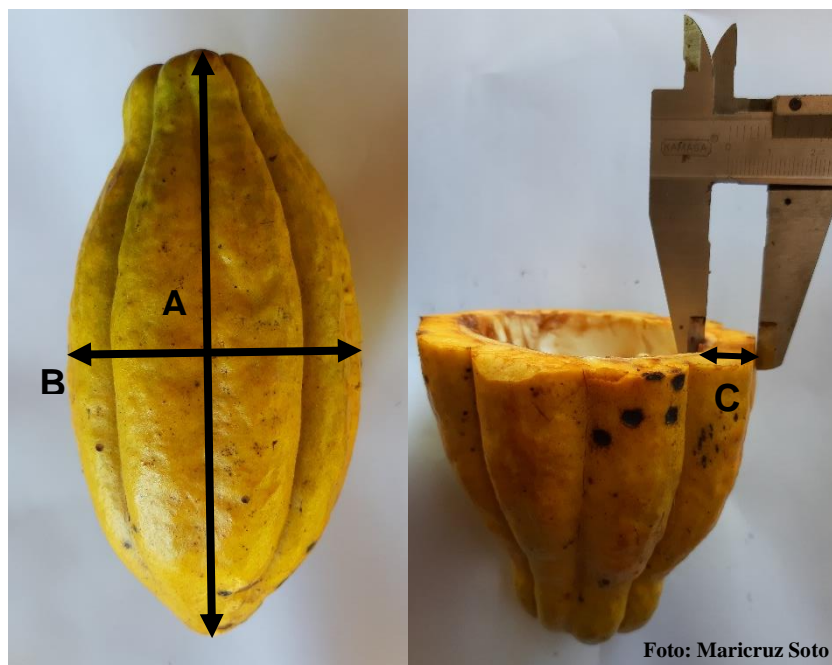


Figura 24. Descriptores morfológicos del fruto. **A.** Longitud del fruto (cm). **B.** Diámetro del fruto (cm). **C.** Espesor de cáscara (cm).

f) Tipo de fruto

Se determinó en función a la comparación de los diagramas que se muestran en la (Figura 25): y la siguiente escala:

- 1 = Amelonado
- 2 = Cundeamor
- 3 = Angoleta
- 4 = Calabacillo
- 5 = Criollo
- 6 = Pentágona

g) Forma del fruto

Se determinó en función a la relación longitud/diámetro, de acuerdo a la siguiente escala.

- | | | |
|------------------|---|------------|
| 1 = Menor de 1.5 | = | Redondeado |
| 2 = De 1.5 a 3.0 | = | Ovalada |
| 3 = Mayor de 3.0 | = | Alargada |

h) Tamaño de fruto

Se determinó de acuerdo a su longitud, registrándose mediante la siguiente escala:

1 = Menor de 15 cm = Pequeño

2 = De 16 a 19 cm = Mediano

3 = Mayor de 20 cm = Grande

i) Forma del ápice

Se determinó por comparación con la representación gráfica mostrada en la (Figura 25). Se determinó mediante la siguiente escala:

0 = Acuminado

1 = Aguda

2 = Obtuso

3 = Redondo

4 = Atenuado

5 = Caudado

6 = Pezón

7 = Dentado

j) Constricción basal

Fue evaluado comparando con los diagramas que se muestran en la (Figura 25), y catalogado mediante la siguiente escala:

0 = no

1 = Leve

2 = Intermedia

3 = Fuerte

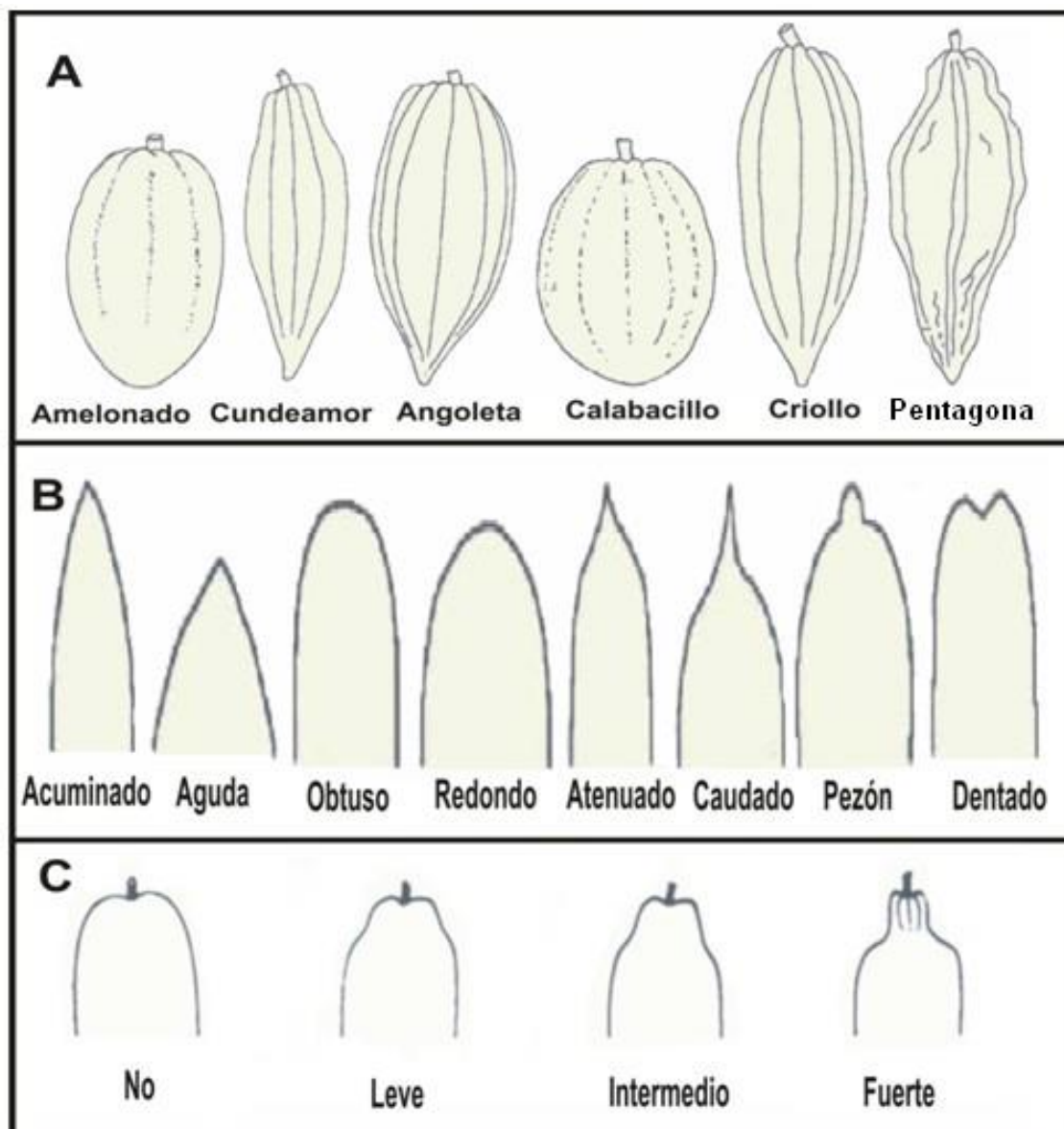


Figura 25. Descriptores morfológicos. **A.** Tipo de fruto. **B.** Forma del ápice. **C.** Constricción basal. Fuente: Wadsworth, *et al.* (1997).

k) Rugosidad de la cáscara

Se evaluó por la ausencia o presencia de protuberancias en la superficie del fruto mediante la siguiente escala:

- 0 = Ausente
- 3 = Leve
- 5 = Intermedio
- 7 = Intensa

l) Color del fruto

Se evaluó teniendo como base la siguiente escala de coloración:

C = Crema	R = Rojo	De las combinaciones obtenidas:
E = Gris	W = Blanco	OR = Naranja rojizo
G = Verde	Y = Amarillo	RK = Rojo rosa
K = Rosa	L = Claro	R + Y = Rojo con franjas amarillas
O = Naranja	D = Oscuro	Y + O = Amarillo con franjas naranjas
P = Púrpura	I = Intenso	OR + Y = OR con franjas amarillas

E. Características cuantitativas y cualitativas de la semilla:

a) Número de semillas por fruto

Se determinó en base a las semillas que presenta las mazorcas de cada accesión.

b) Peso húmedo (g)

Se registró el peso total de las semillas con mucílago, de cada mazorca evaluada.

c) Longitud de la semilla (mm)

Se registró medidas de 07 Semillas tomadas al azar por mazorcas de cada accesión, haciendo uso del vernier digital en milímetros (Figura 26).

d) Ancho de la semilla (mm)

Se registró las medidas en milímetros, en el punto más ancho de la semilla (Figura 26).

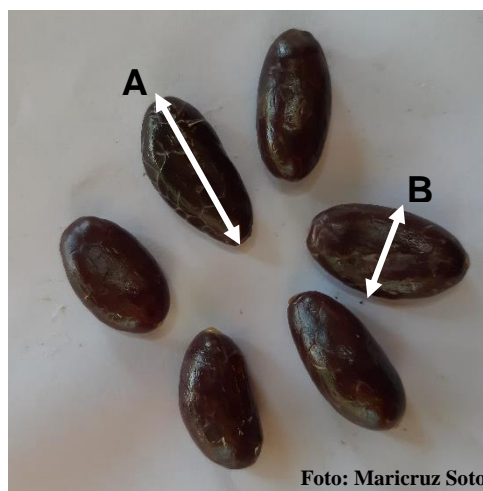


Figura 26. Descriptores morfológicos de la semilla. **A.** Longitud de la semilla (cm). **B.** Ancho de la semilla (cm).

e) Color del cotiledón

Se evaluó, teniendo como base la siguiente escala de coloración:

- 1= blanco
- 2= gris
- 3= púrpura claro
- 4= morado claro
- 5= púrpura oscuro
- 6= moteado

f) Semilla en sección longitudinal

Se evaluó haciendo uso de la siguiente escala y de acuerdo a los diagramas mostrados en la figura 27.

- 1 = Oblonga
- 2 = Elíptica
- 3 = Ovada

g) Semilla en sección transversal

Se determinó teniendo en cuenta la siguiente escala y de acuerdo al diagrama mostrado en la figura 27:

- 1 = Aplanada
2 = Intermedia
3 = Redondeada

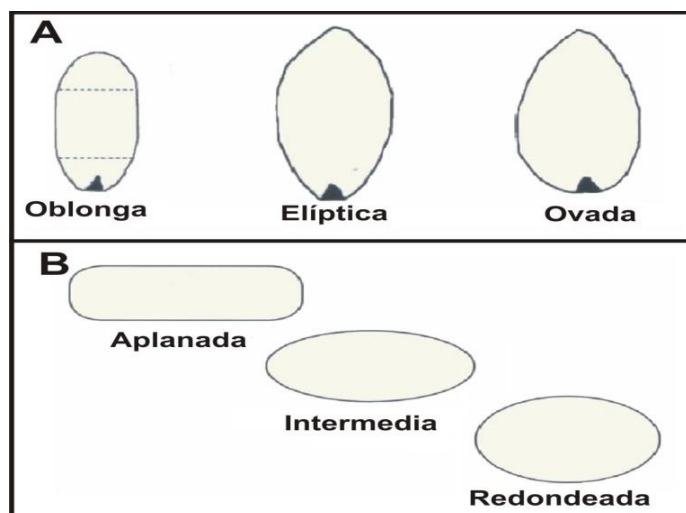


Figura 27. Descriptores morfológicos de la semilla. **A.** Forma longitudinal de la semilla. **B.** Forma transversal de la semilla. Fuente: Wadsworth, *et al.* (1997).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1 Característica general de la planta

Tabla 5

Característica general de la planta

Nº	Accesiones	Hábito de crecimiento	Pigmentación de follaje brotes	Vigor de la planta
1	SAN 191	Erecto	Sin pigmentación	Intermedio
2	SAN 225	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
3	SAN 227	Erecto	Sin pigmentación	Intermedio
4	SAN 193	Erecto	Sin pigmentación	Intermedio
5	SAN 223	Erecto	Sin pigmentación	Intermedio
6	SAN 221	Erecto	Sin pigmentación	Débil
7	SAN 203	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
8	SAN 255	Erecto	Sin pigmentación	Intermedio
9	SAN 231	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
10	SAN 249	Erecto	Sin pigmentación	Intermedio
11	SAN 215	Erecto	Con pigmentación	Débil
12	SAN 247	Erecto	Sin pigmentación	Intermedio
13	MOR 210	Intermedio	Sin pigmentación	Débil
14	MOR 194	Erecto	Sin pigmentación	Intermedio
15	MOR 258	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
16	MOR 202	Erecto	Sin pigmentación	Intermedio
17	MOR 228	Intermedio	Sin pigmentación	Intermedio
18	MOR 230	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
19	MOR 232	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
20	MOR 252	Erecto	Sin pigmentación	Intermedio
21	MOR 270	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
22	MOR 234	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
23	MOR 272	Intermedio	Con pigmentación	Intermedio
24	MOR 236	Erecto	Sin pigmentación	Intermedio
25	MOR 274	Intermedio	Con pigmentación	Intermedio
26	MOR 276	Erecto	Con pigmentación	Débil
27	MOR 214	Erecto	Sin pigmentación	Intermedio
28	MOR 266	Erecto	Con pigmentación	Intermedio

En la tabla 4 se muestran las características generales de las 28 accesiones de cacao, donde 85,71% de las accesiones tiene un hábito de crecimiento erecto y el 14,29% su hábito de crecimiento es intermedio.

Con respecto a la pigmentación del follaje en brotes, el 46,43% es con pigmentación y el 53,57% es sin pigmentación, así mismo, el 85,71% tiene un vigor de la planta intermedio y el 14,29% es débil.

3.1.2 Características cuantitativas y cualitativas de las hojas

Tabla 6

Características cuantitativas y cualitativas de las hojas

Accesiones	N° de hojas evaluadas	Longitud (L)	Ancho (A)	Long. desde la base hasta el punto más ancho (LBL)	Longitud del peciolo	Pulvínulo	Forma (L/LBL)
SAN 191	5	25,40	7,84	12,70	2,20	Presente	Elíptica
SAN 225	5	27,54	8,40	14,04	2,26	Presente	Obovada
SAN 227	5	26,76	8,40	13,80	1,88	Presente	Obovada
SAN 193	5	24,98	8,38	12,58	2,48	Presente	Elíptica
SAN 223	5	26,08	7,86	12,88	2,06	Presente	Elíptica
SAN 221	5	26,02	8,00	12,30	1,72	Presente	Ovoide
SAN 203	5	24,68	8,48	12,30	1,90	Presente	Elíptica
SAN 255	5	28,50	9,42	14,54	2,40	Presente	Obovada
SAN 231	5	28,74	9,28	12,80	2,04	Presente	Ovoide
SAN 249	5	26,86	8,60	13,40	2,46	Presente	Obovada
SAN 215	5	25,80	8,54	13,04	2,20	Presente	Obovada
SAN 247	5	25,78	8,16	13,04	2,40	Presente	Ovoide

Longitud de la hoja (L) en cm.

Ancho de la hoja (A) en cm.

Longitud desde la base hasta el punto más ancho (LBL) en cm.

Longitud del peciolo en cm.

Pulvínulos 0 = Presente; 1= Ausente

Forma d hoja (L/LBL) > 2cm = Ovoide; = a 2 cm Elíptica; < de 2 cm = Obovada

MOR 210	5	26,10	7,04	12,82	2,34	Presente	Elíptica
MOR 194	5	25,72	8,64	13,02	2,44	Presente	Obovada
MOR 258	5	27,80	8,64	13,00	1,90	Presente	Ovoide
MOR 202	5	28,36	10,60	14,62	2,06	Presente	Elíptica
MOR 228	5	28,18	7,94	15,28	1,92	Presente	Obovada
MOR 230	5	26,60	8,34	14,42	1,98	Presente	Obovada
MOR 232	5	25,46	9,38	13,64	2,08	Presente	Obovada
MOR 252	5	25,72	7,86	13,06	2,02	Presente	Obovada
MOR 270	5	27,18	9,04	15,30	2,52	Presente	Obovada
MOR 234	5	22,94	8,54	12,90	2,26	Presente	Obovada
MOR 272	5	25,26	7,44	13,14	2,30	Presente	Obovada
MOR 236	5	27,42	8,14	14,04	2,62	Presente	Elíptica
MOR 274	5	24,10	7,46	12,88	2,00	Presente	Obovada
MOR 276	5	27,20	8,04	14,06	2,04	Presente	Obovada
MOR 214	5	24,72	8,84	12,16	2,14	Presente	Elíptica
MOR 266	5	25,78	7,80	13,00	2,34	Presente	Obovada
Media		26,27	8,40	13,38	2,18		
Máximo		28,74	10,60	15,30	2,62		
Mínimo		22,94	7,04	12,16	1,72		
Desv. Stand.		1,40	0,72	0,86	0,23		
C.V. (%)		5,33	8,56	6,42	10,55		
Error Stand.		0,26	0,14	0,16	0,04		

3.1.2.1 Longitud de la hoja

Esta variable nos permitió identificar que la accesión MOR 234 fue el que menor largo de hojas obtuvo con 22,94 cm y la accesión SAN 231 la de mayor longitud con 28,74 cm; donde la mayoría de las accesiones (50%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyos rangos están entre los 24,88 cm a 26,81 cm.

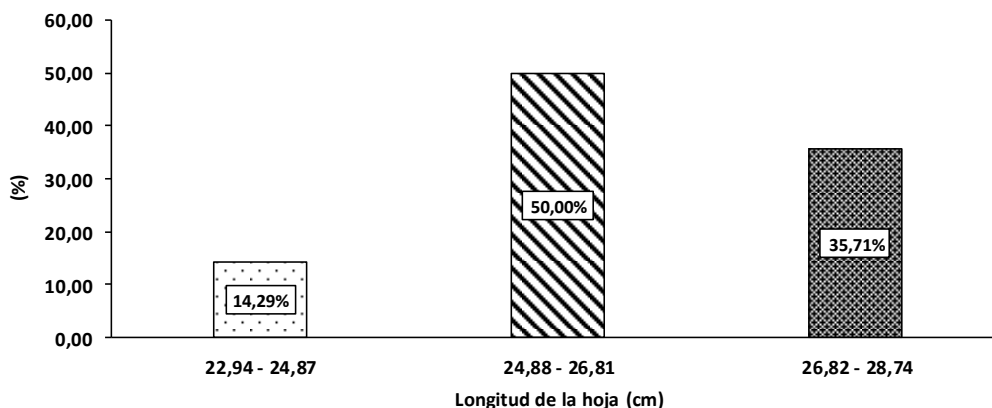


Figura 28. Distribución de frecuencias (%) para longitud de hojas

3.1.2.2 Ancho de la hoja

Con la evaluación de esta variable, se identificó a la accesión MOR 210 con el menor ancho de hojas que obtuvo 7,04 cm y a la accesión MOR 202 con el mayor ancho con 10,6 cm.; donde la mayoría de las accesiones (50%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyos rangos están entre los 8,23 cm a 9,41 cm.

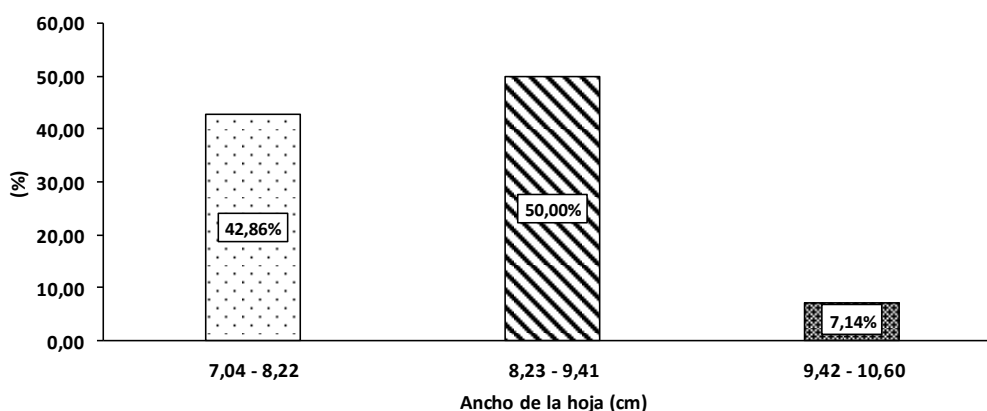


Figura 29. Distribución de frecuencias (%) para el ancho de hojas

3.1.2.3 Longitud desde la base hasta el punto más ancho (LBL)

Con la evaluación de esta variable, se identificó a la accesión MOR 214 con el menor LBL de hojas que obtuvo 12,16 cm y a la accesión MOR 270 con el mayor ancho con 15,30 cm; donde la mayoría de las accesiones (60,71%), se encuentran en la clase uno de la distribución de frecuencias, cuyos rangos están entre los 12,16 cm a 13,20 cm.

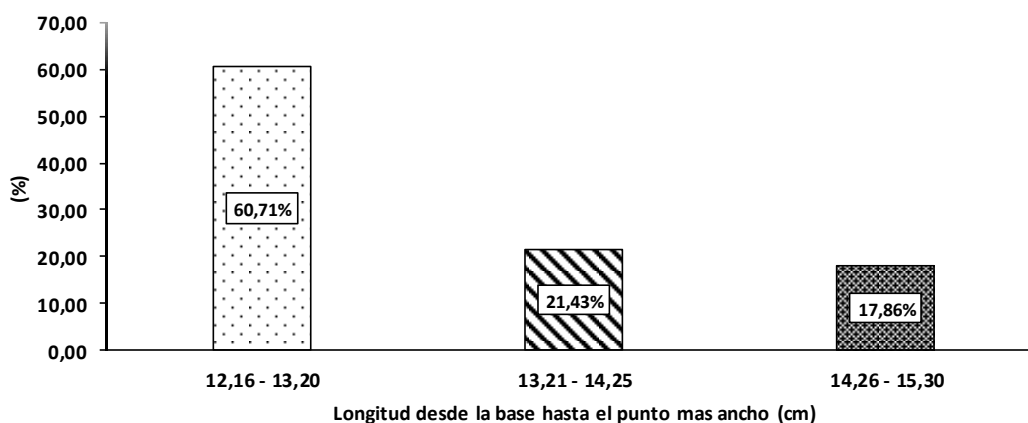


Figura 30. Distribución de frecuencias (%) para el LBL de hojas

3.1.2.4 Longitud del peciolo

Con la evaluación de esta variable, se identificó a la accesión SAM 221 con la menor longitud de peciolo que obtuvo 1,72 cm y a la accesión MOR 236 con el mayor longitud de peciolo con 2,62 cm; donde la mayoría de las accesiones (39,29%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyos rangos están entre los 2,03 cm a 2,33 cm.

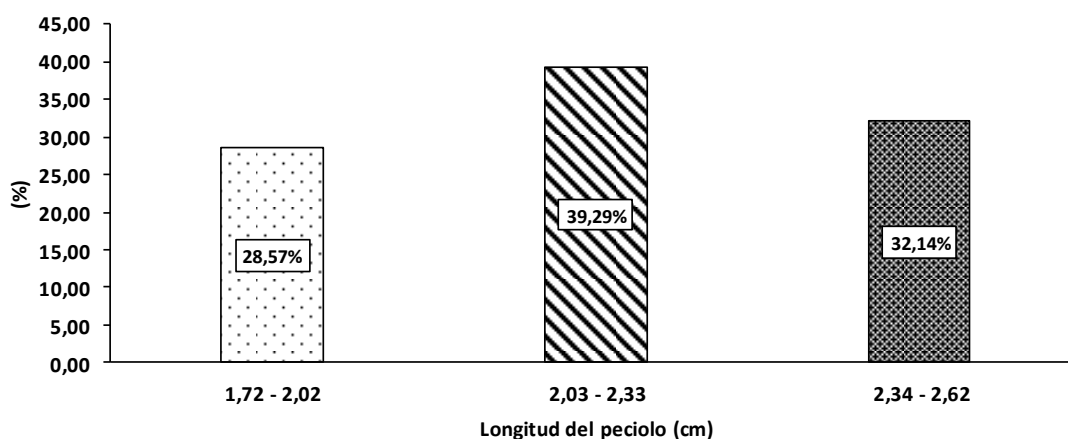


Figura 31. Distribución de frecuencias (%) para la longitud del peciolo

3.1.2.5 Presencia de pulvínulos

Con relación a este variable, las 28 accesiones evaluadas lo presentaron, representando un 100%.

3.1.2.6 Forma de la hoja

La mayoría de las accesiones evaluadas (57,14%) presentaron una forma de hoja obovada, seguida de (28,57%) de forma Elíptica y un (14,29%) de la forma ovoide.

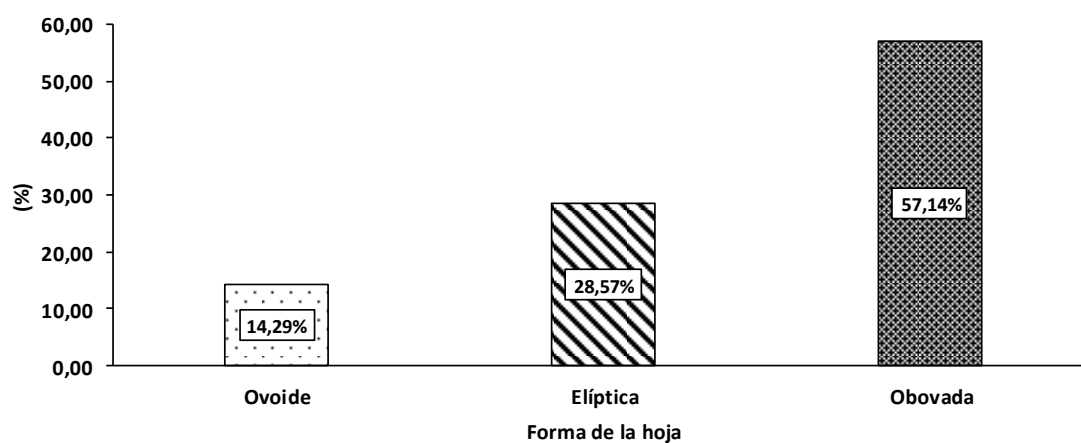


Figura 32. Distribución de frecuencias (%) para la forma de la hoja

3.1.3 Características cuantitativas y cualitativas de la flor

Tabla 7

Características cuantitativas y cualitativas de la flor expresada en mm.

Accesiones	Color de pedúnculo	Longitud del Sépalo	Ancho del Sépalo	Longitud del Pétalo	Ancho del Pétalo	Longitud de Estaminoides	Color de Estaminoides	Longitud del Ovario	Ancho del Ovario	Longitud del Estilo	Nº de óvulos/ovario
SAN 191	Verde	6,77	2,09	4,16	1,58	3,59	Morado Oscuro	0,94	0,75	1,60	39,00
SAN 225	Verde	7,82	2,59	5,15	1,93	4,46	Morado Oscuro	1,29	1,04	1,89	36,00
SAN 227	Verde	6,67	2,09	4,36	1,92	3,96	Morado Oscuro	1,18	1,03	1,86	45,00
SAN 193	Verde	6,43	1,48	3,68	1,46	3,83	Morado Oscuro	1,12	0,91	1,70	37,00
SAN 223	Verde	6,95	1,97	4,06	1,79	4,24	Morado Oscuro	1,26	1,01	2,15	36,00
SAN 221	Verde	7,88	2,01	5,05	2,13	5,27	Morado Oscuro	1,47	1,15	2,66	43,00
SAN 203	Verde	7,13	2,24	4,81	2,03	4,43	Morado Oscuro	1,53	1,24	1,99	39,00
SAN 255	Verde	7,62	2,07	4,87	2,44	4,13	Morado Oscuro	1,34	1,13	2,45	43,00
SAN 231	Verde	6,70	2,06	4,50	2,06	4,08	Morado Oscuro	1,75	1,37	2,30	42,00
SAN 249	Verde	7,03	2,06	4,54	2,10	4,67	Morado Oscuro	1,35	1,13	2,11	45,00
SAN 215	Verde	6,85	2,16	4,69	2,15	4,74	Morado Oscuro	1,40	1,22	1,95	45,00
SAN 247	Verde	7,16	2,16	4,10	2,10	4,80	Morado Oscuro	1,37	1,09	2,09	43,00

Color de pedúnculo = verde; verde con rojo; rojo

Longitud de sépalo en mm

Ancho de sépalo en mm

Longitud de pétalo en mm

Ancho de pétalo en mm

Longitud de Estaminoides en mm.

Color de Estaminoides = morado claro; morado oscuro

Longitud de Ovario en mm.

Ancho de Ovario en mm.

Longitud de Estilo en mm.

MOR 210	Verde con Rojo	7,02	1,95	5,34	2,17	5,84	Morado Oscuro	1,82	1,23	2,20	46,00
MOR 194	Verde	6,81	1,87	3,61	2,20	4,80	Morado Oscuro	1,26	1,08	2,36	45,00
MOR 258	Verde	6,68	2,42	4,42	2,43	4,29	Morado Oscuro	1,34	1,11	2,22	41,00
MOR 202	Verde	7,59	2,07	4,42	1,67	4,39	Morado Oscuro	1,46	1,20	1,97	36,00
MOR 228	Verde	9,14	2,18	5,10	2,27	4,89	Morado Oscuro	1,34	1,12	2,09	50,00
MOR 230	Verde	8,06	2,52	5,45	2,47	5,58	Morado Oscuro	1,55	1,19	2,65	45,00
MOR 232	Verde	6,28	1,99	4,08	2,30	4,24	Morado Oscuro	1,09	0,99	1,94	41,00
MOR 252	Verde	6,02	2,19	3,53	2,05	4,46	Morado Oscuro	1,24	1,10	2,07	47,00
MOR 270	Verde	6,63	2,05	5,02	2,23	4,55	Morado Oscuro	2,43	1,80	2,58	41,00
MOR 234	Verde	7,47	2,09	5,13	1,98	5,50	Morado Oscuro	1,56	1,08	2,54	41,00
MOR 272	Verde	6,85	2,1	4,38	2,06	4,45	Morado Oscuro	1,39	1,14	1,96	41,00
MOR 236	Verde	6,19	2,3	4,13	2,35	4,86	Morado Oscuro	1,70	1,19	2,42	39,00
MOR 274	Rojo	6,99	2,21	5,83	2,28	5,57	Morado Oscuro	1,56	1,20	2,52	44,00
MOR 276	Verde	5,68	1,95	3,75	2,00	4,22	Morado Oscuro	1,43	1,17	2,04	46,00
MOR 214	Verde con Rojo	6,88	1,87	4,54	1,94	5,34	Morado Oscuro	1,71	1,10	2,00	37,00
MOR 266	Verde	7,35	2,68	5,75	2,29	5,13	Morado Oscuro	2,05	1,13	2,38	40,00
Media		7,02	2,12	4,59	2,08	4,65		1,46	1,14	2,17	41,89
Máximo		9,14	2,68	5,83	2,47	5,84		2,43	1,80	2,66	50,00
Mínimo		5,68	1,48	3,53	1,46	3,59		0,94	0,75	1,60	36,00
Desv. Stand.		0,69	0,24	0,63	0,25	0,57		0,30	0,17	0,28	3,69
C.V. (%)		9,88	11,11	13,63	11,92	12,29		20,76	15,19	13,02	8,80
Error Stand.		0,13	0,05	0,12	0,05	0,11		0,06	0,03	0,05	0,70

3.1.3.1 Color del pedúnculo floral

La mayoría de las accesiones presentaron color verde (89,29%), seguido del color verde con rojo (7,14%), el menor porcentaje fue el color rojo (3,57%), tal como lo muestra la figura 33.

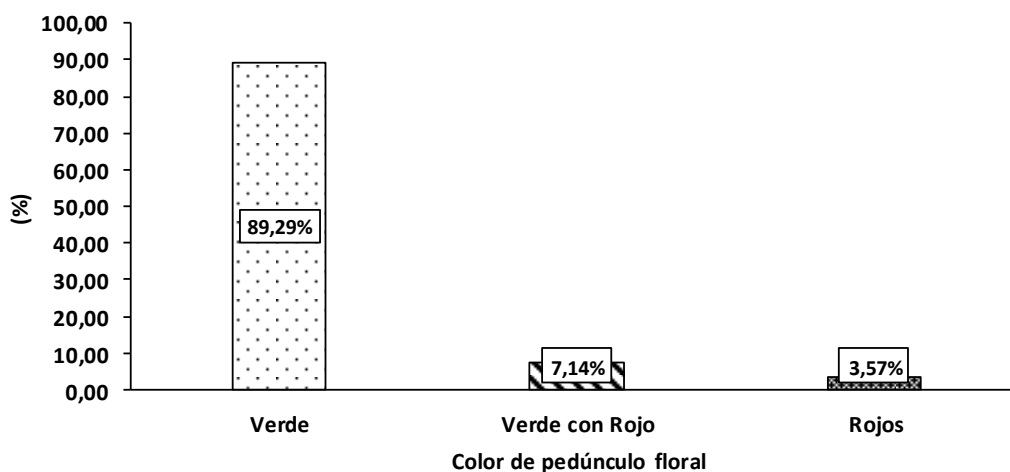


Figura 33. Distribución de frecuencias (%) para el color del pedúnculo floral

3.1.3.2 Longitud de sépalo

Respecto a la longitud de sépalo en mm (Figura 34), se observa que la accesión MOR 276 fue el que menor longitud presentó con 5,68 mm, y el de mayor longitud fue la accesión MOR 228 con 9,14 mm, donde la mayoría de accesiones (53,57%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyo rango está entre los 6,84 mm y 7,99 mm, seguida de la clase uno con 39,29% cuyo rango está entre 5,68 mm y 6,83 mm y la clase tres con 7,14% con un rango entre 8,00 mm y 9,14 mm.

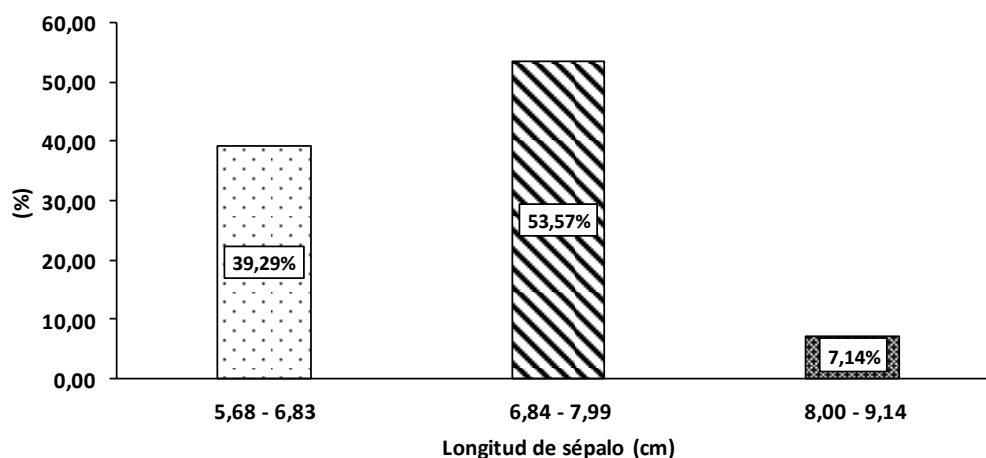


Figura 34. Distribución de frecuencias (%) para longitud de sépalo

3.1.3.3 Ancho de sépalo

Respecto a Ancho de sépalos (Figura 35), la accesión SAM 193 con 1,48 mm fue el menor ancho presentó, mientras que la accesión MOR 266 fue el de mayor ancho con 2,68 mm, donde la mayoría de las accesiones (71,43%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyo rango está entre los 1,89 mm y 2,29 mm, seguida de la clase tres con 17,86% cuyo rango está entre 2,30 mm y 2,68 mm y la clase uno con 10,71% con un rango entre 1,48 mm y 1,88 mm.

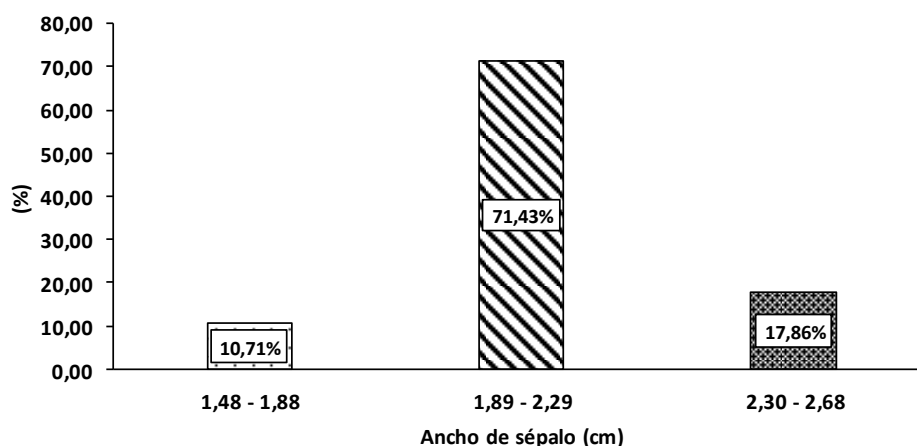


Figura 35. Distribución de frecuencias (%) para ancho de sépalo

3.1.3.4 Longitud de pétalo

En la evaluación de la longitud de pétalo en mm (Figura 36), la accesión MOR 252 fue el de menor longitud con 3,53 mm, mientras que la accesión MOR 274 fue la de mayor longitud con 5,83 mm, donde la mayoría de las accesiones (42,86%), se encuentra en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyo rango está entre los 4,30 mm y 5,06 mm, seguida de las clases uno con 32,14% cuyo rango está entre 3,53 mm y 4,29 mm y la clase tres con 25% con un rango entre 5,07 mm y 5,83 mm.

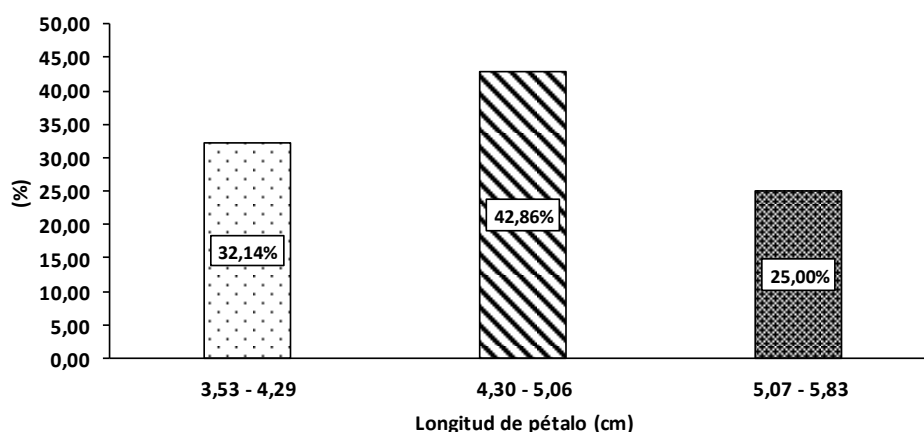


Figura 36. Distribución de frecuencias (%) para longitud de pétalo

3.1.3.5 Ancho de pétalo

En la evaluación del ancho de pétalo en mm (Figura 37), la accesión SAM 193 fue el de menor ancho con 1,46 mm, mientras que la accesión MOR 230 fue el de mayor ancho con 2,47 mm, donde la mayoría de las accesiones (42,86%), se encuentran en las clases dos y tres de la distribución de frecuencias, cuyo rangos están entre los 1,80 mm y 2,13 mm; y 2,14 mm y 2,47 mm respectivamente; seguido de la clase uno con 14,28% con un rango entre 1,46 mm y 1,79 mm.

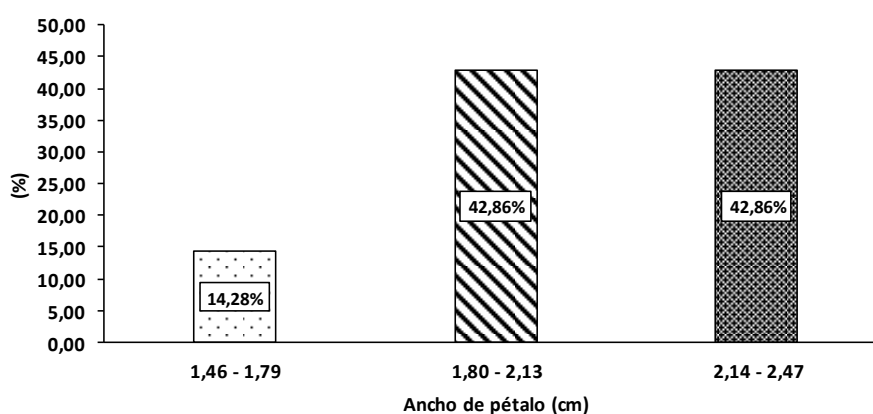


Figura 37. Distribución de frecuencias (%) para ancho de pétalo

3.1.3.6 Longitud de estaminoides

En la evaluación de la longitud de estaminoides en mm (Figura 38), la accesión SAM 191 fue el de menor longitud con 3,59 mm, mientras que la accesión MOR 210 fue el de mayor longitud con 5,84 mm, donde la mayoría de las accesiones (42,86%) se encuentra en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyo rango está entre los 4,35 mm y 5,10 mm, seguida de la clase uno con 32,14% cuyo rango está entre 3,59 mm y 4,34 mm y la clase tres con 25% con un rango entre 5,11 mm y 5,84 mm.

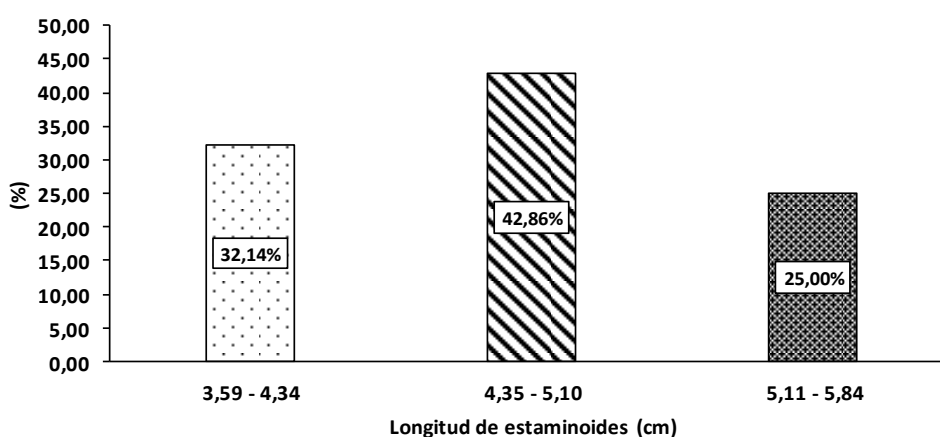


Figura 38. Distribución de frecuencias (%) para longitud de estaminoides

3.1.3.7 Color de estaminoides

En cuanto a esta variable del color de estaminoides, se observa que todas las accesiones presentaron un color morado oscuro.

3.1.3.8 Longitud de ovario

Con la evaluación de la longitud de ovario (Figura 39), la accesión SAM 191 fue el de menor longitud con 0,94 mm, mientras que la accesión MOR 270 fue el de mayor longitud con 2,43 mm, donde la mayoría de las accesiones (57,14%), se encuentran en la clase uno de la distribución de frecuencias, cuyo rango está entre los 0,94 mm y 1,43 mm, seguida de la clase dos con 35,72% cuyo rango está entre 1,44 mm y 1,93 mm y la clase tres con 7,14% con un rango entre 1,94 mm y 2,43 mm.

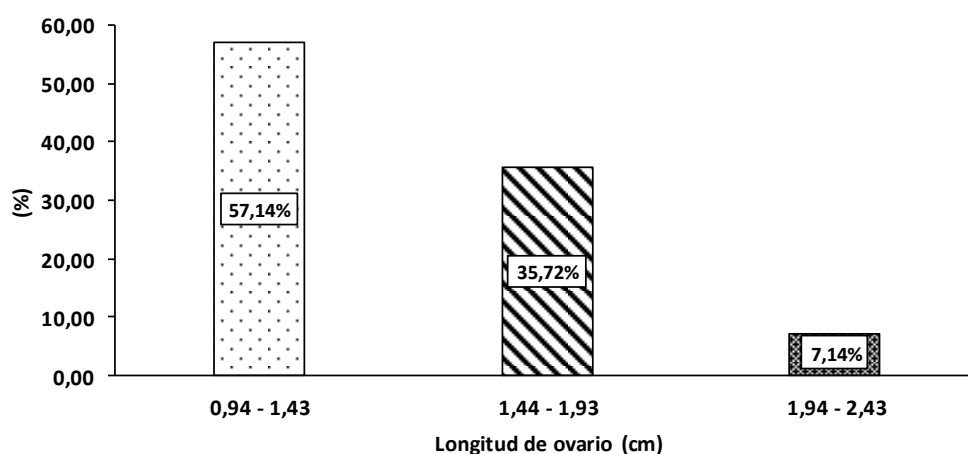


Figura 39. Distribución de frecuencias (%) para longitud de ovario

3.1.3.9 Ancho de ovario

En relación a ancho de ovario (Figura 40), la accesión SAM 191 fue la de menor ancho con 0,75 mm, mientras que la accesión MOR 270 fue la de mayor ancho con 1,80 mm, donde la mayoría de las accesiones (57,14%) se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias cuyo rango está entre los 1,11 mm y 1,46 mm, seguida de la clase uno con 39,29% cuyo rango está entre 0,75 mm y 1,10 mm y la clase tres con 3,57% con un rango entre 1,47 mm y 1,80 mm.

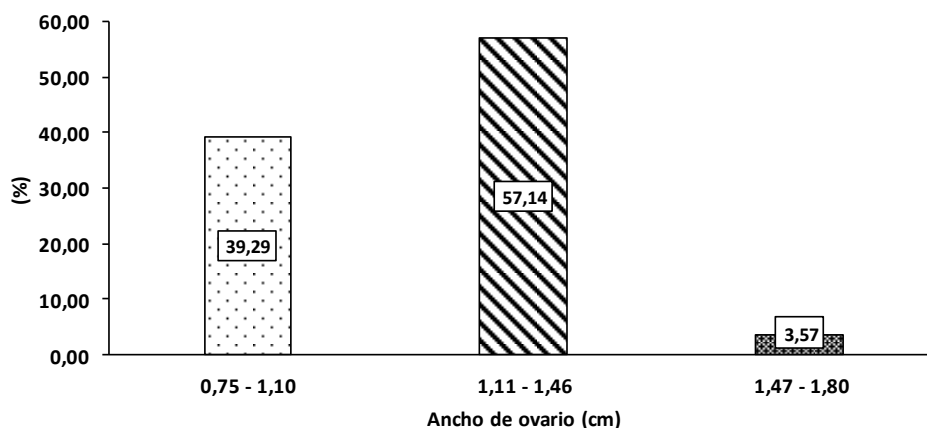


Figura 40. Distribución de frecuencias (%) para ancho de ovario

3.1.3.10 Longitud de Estilo

Con la evaluación del largo del estilo en mm (Figura 41), la accesión SAM 191 fue la de menor longitud con 1,60 mm, mientras que la accesión SAM 221 fue la de mayor longitud con 2,66 mm, donde la mayoría de las accesiones (46,43%) se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyo rango está entre 1,96 mm y 2,31 mm, seguida de la clase tres con 32,14% cuyo rango está entre 2,32 mm y 2,66 mm y la clase uno con 21,43% con un rango entre 1,60 mm y 1,95 mm.

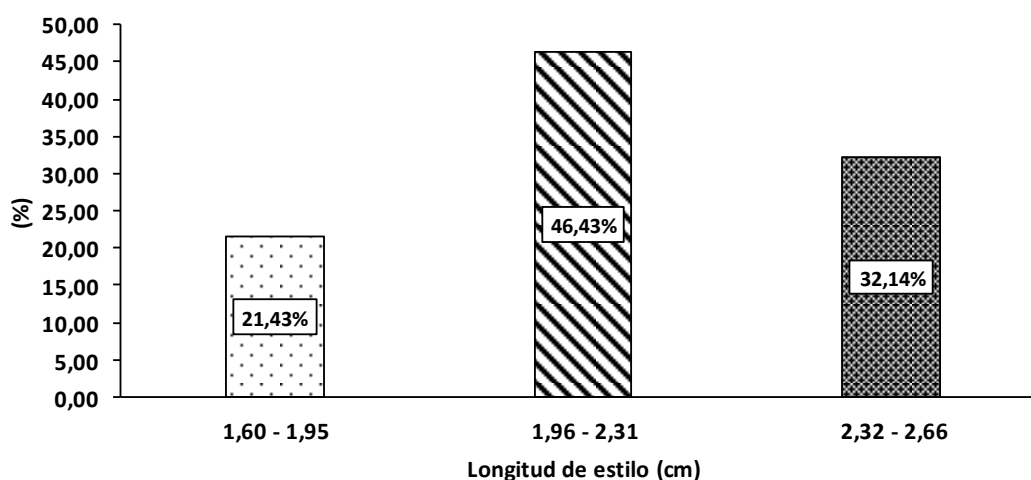


Figura 41. Distribución de frecuencias (%) para longitud de estilo

3.1.3.11 Número de óvulos por ovario

En relación al número de óvulos/ovario (Figura 42), registra una variación que va desde 36 óvulos (SAM 225), (SAM 223) y (MOR 202), hasta los 50 óvulos (MOR 228), la distribución de frecuencia se realizó de acuerdo a (Caicedo, 1990), donde la mayoría de

accesiones se encuentran en un rango de menor de 45 óvulos/ovario el cual es considerado como bajo y cuya distribución de frecuencia se encuentra en la clase uno con 67,86%.

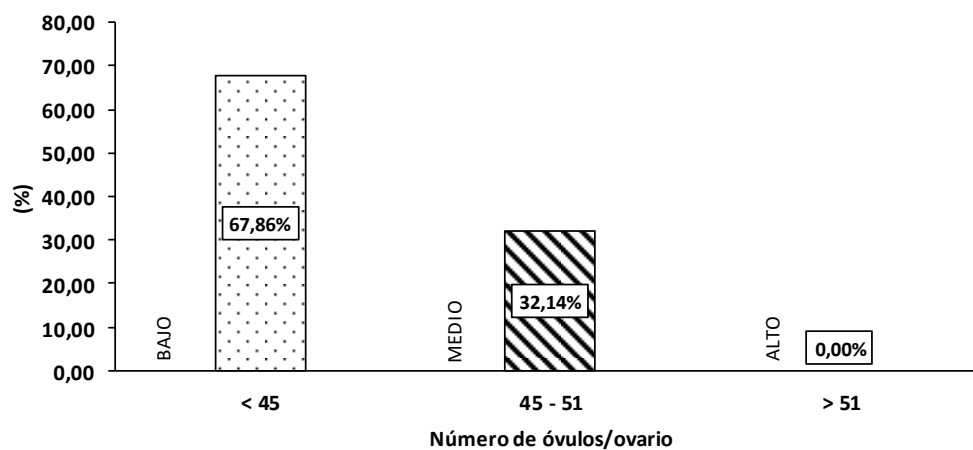


Figura 42. Distribución de frecuencias (%) para el número de óvulos/ovario

3.1.4 Características cuantitativas y cualitativas del fruto

Tabla 8

Características cuantitativas del fruto

Accesiones	Peso (gr)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Espesor de la cáscara (cm)	Profundidad de surco (cm)
SAN 191	402,71	13,15	8,75	1,27	0,76
SAN 225	425,63	14,26	7,42	1,48	0,86
SAN 227	891,47	19,20	11,05	1,90	1,38
SAN 193	627,42	22,23	9,20	1,67	1,11
SAN 223	396,27	16,26	7,61	1,52	1,07
SAN 221	498,27	18,34	8,13	1,58	1,02
SAN 203	473,81	20,26	8,38	1,32	0,74
SAN 255	816,45	25,68	9,33	1,82	1,31
SAN 231	481,39	18,25	8,90	1,41	0,99
SAN 249	467,70	20,67	8,59	1,30	0,72
SAN 215	438,68	13,42	7,97	1,11	0,73
SAN 247	470,37	20,32	9,15	1,51	0,96
MOR 210	368,24	17,68	5,98	1,13	0,75
MOR 194	609,19	19,26	8,45	1,59	0,88
MOR 258	884,34	20,50	10,60	2,42	2,04
MOR 202	876,85	27,13	7,80	1,27	0,81
MOR 228	667,26	23,63	8,71	1,59	1,10
MOR 230	438,12	17,36	8,47	1,33	0,87
MOR 232	647,21	26,63	9,43	1,91	1,28
MOR 252	715,50	18,52	8,59	1,88	1,28
MOR 270	691,82	19,46	9,04	2,06	1,63
MOR 234	625,32	21,68	8,61	1,61	1,21
MOR 272	806,30	21,36	9,62	1,49	1,19
MOR 236	647,84	22,20	7,21	1,58	1,11
MOR 274	605,42	19,64	7,84	1,61	1,11
MOR 276	403,36	14,78	6,70	0,97	0,62
MOR 214	423,57	16,96	7,71	1,60	1,11
MOR 266	385,70	15,87	6,63	0,91	0,76
Media	578,08	19,45	8,42	1,53	1,05
Máximo	891,47	27,13	11,05	2,42	2,04
Mínimo	368,24	13,15	5,98	0,91	0,62
Desv. Stand.	167,54	3,65	1,12	0,33	0,31
C.V. (%)	28,98	18,77	13,27	21,59	29,56
Error Stand.	31,66	0,69	0,21	0,06	0,06

SAN 191	Criollo	Ovalada	Pequeño	Acuminado	Leve	Intermedio	Y
SAN 225	Amelonado	Ovalada	Pequeño	Redondo	No	Intermedio	Y
SAN 227	Angoleta	Ovalada	Mediano	Aguda	Leve	Intermedio	Y
SAN 193	Criollo	Ovalada	Grande	Acuminado	Leve	Intermedio	Y
SAN 223	Angoleta	Ovalada	Mediano	Aguda	Leve	Intermedio	Y
SAN 221	Angoleta	Ovalada	Mediano	Atenuado	Intermedia	Intermedio	Y
SAN 203	Criollo	Ovalada	Grande	Redondo	Leve	Intermedio	Y
SAN 255	Angoleta	Ovalada	Grande	Pezón	No	Intermedio	Y
SAN 231	Amelonado	Ovalada	Mediano	Aguda	No	Intermedio	Y
SAN 249	Angoleta	Ovalada	Grande	Aguda	Leve	Intermedio	Y
SAN 215	Angoleta	Ovalada	Pequeño	Aguda	Leve	Intermedio	Y
SAN 247	Amelonado	Ovalada	Grande	Redondo	Leve	Intermedio	Y
MOR 210	Cundeamor	Ovalada	Mediano	Redondo	Fuerte	Intermedio	Y
MOR 194	Cundeamor	Ovalada	Mediano	Pezón	Fuerte	Intermedio	Y
MOR 258	Amelonado	Ovalada	Grande	Redondo	Leve	Intermedio	Y
MOR 202	Criollo	Alargada	Grande	Acuminado	Leve	Intermedio	Y
MOR 228	Criollo	Ovalada	Grande	Aguda	Leve	Intermedio	Y
MOR 230	Angoleta	Ovalada	Mediano	Aguda	Leve	Intermedio	Y
MOR 232	Criollo	Ovalada	Grande	Acuminado	Intermedia	Intermedio	Y
MOR 252	Angoleta	Ovalada	Mediano	Aguda	Leve	Intermedio	Y
MOR 270	Cundeamor	Ovalada	Mediano	Pezón	Intermedia	Intermedio	Y
MOR 234	Cundeamor	Ovalada	Grande	Aguda	Fuerte	Intermedio	Y
MOR 272	Angoleta	Ovalada	Grande	Acuminado	No	Intensa	Y
MOR 236	Cundeamor	Alargada	Grande	Pezón	Leve	Intermedio	Y
MOR 274	Angoleta	Ovalada	Mediano	Aguda	Leve	Ausente	OR
MOR 276	Amelonado	Ovalada	Pequeño	Dentado	Leve	Intermedio	Y
MOR 214	Criollo	Ovalada	Mediano	Aguda	Leve	Intensa	Y
MOR 266	Cundeamor	Ovalada	Mediano	Acuminado	Intermedia	Intermedio	Y

R = Rojo **OR** = Naranjarojizo **Y + O** = Amarillo con franjas naranjas
Y = Amarillo **RK** = Rojo rosa **OR + Y** = Naranjarojizo con franjas amarillas
P = Púrpura **R + Y** = Rojo con franjas amarillas

3.1.4.1 Peso de la mazorca

En la evaluación de esta variable nos muestra de menor peso con 368,24 g (MOR 210) y de mayor peso con 891,47 g (SAN 227) (Figura 43), donde la mayoría de las accesiones (50%), se encuentra en la clase uno de la distribución de frecuencias, cuyo rango está entre los 368,24 g y 542,65 g, seguida de la clase dos con 32,14% cuyo rango está entre 542,66 g y 717,07 g y la clase tres con 17,86% con un rango entre 717,08 g y 891,47 g.

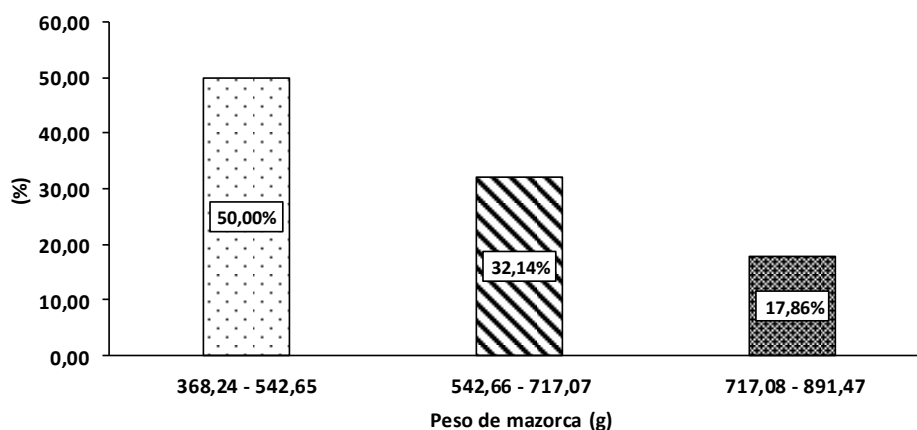


Figura 43. Distribución de frecuencias (%) para el peso de mazorcas (g)

3.1.4.2 Longitud de fruto

En la evaluación de esta variable nos muestra de menor longitud con 13,15 cm (SAN 191) y de mayor longitud con 27,13 cm (MOR 202) (Figura 44), donde la mayoría de las accesiones (53,57%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyos rangos están entre los 17,82 cm a 22,48 cm, seguida de la clase uno con 32,14% con un rango entre 13,15 cm a 17,81 cm y por último la clase tres con 14,29% con un rango entre 22,49 cm a 27,13 cm.

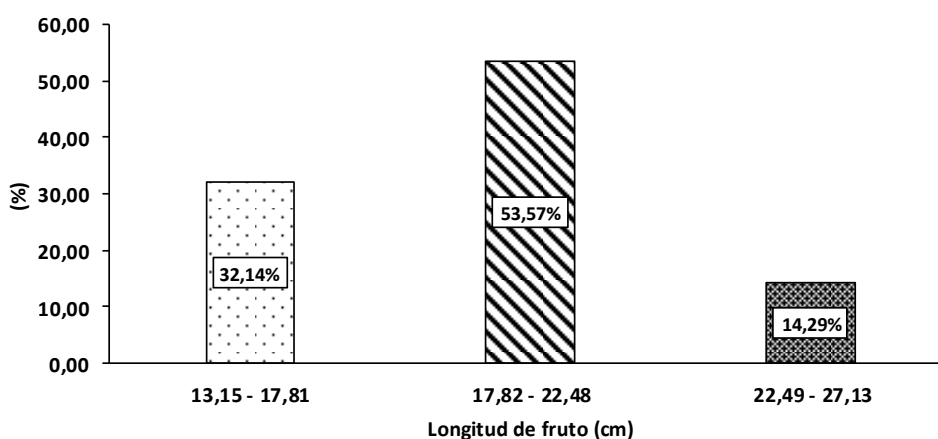


Figura 44. Distribución de frecuencias (%) para la longitud de fruto (cm)

3.1.4.3 Diámetro de fruto

En la evaluación de esta variable nos muestra de menor longitud con 5,98 cm (MOR 210) y de mayor longitud con 11,05 cm (SAN 227) (Figura 45), donde la mayoría de las accesiones (64,29%), se encuentra en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyos rangos están entre los 7,68 cm a 9,37 cm, seguida de la clase uno con 21,42% con un rango de 5,98 cm a 7,67 cm y de la clase tres con 14,29% con un rango de 9,38 cm a 11,05 cm.

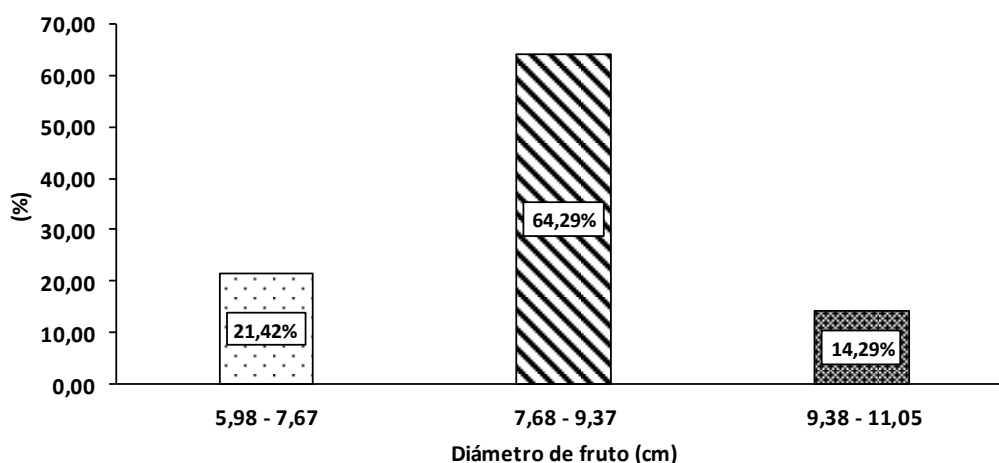


Figura 45. Distribución de frecuencias (%) para el diámetro de fruto (cm)

3.1.4.4 Espesor de la cáscara

En la evaluación de esta variable nos muestra de menor espesor con 0,91 cm (MOR 266) y de mayor espesor con 2,42 cm (MOR 258) (Figura 46), donde la mayoría de las accesiones (57,14%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyo rango están entre 1,42 cm a 1,92 cm, seguida de la clase uno con 35,72% cuyo rango está entre 0,91 cm a 1,41 cm y la clase tres con 7,14% con un rango entre 1,93 cm a 2,42 cm.

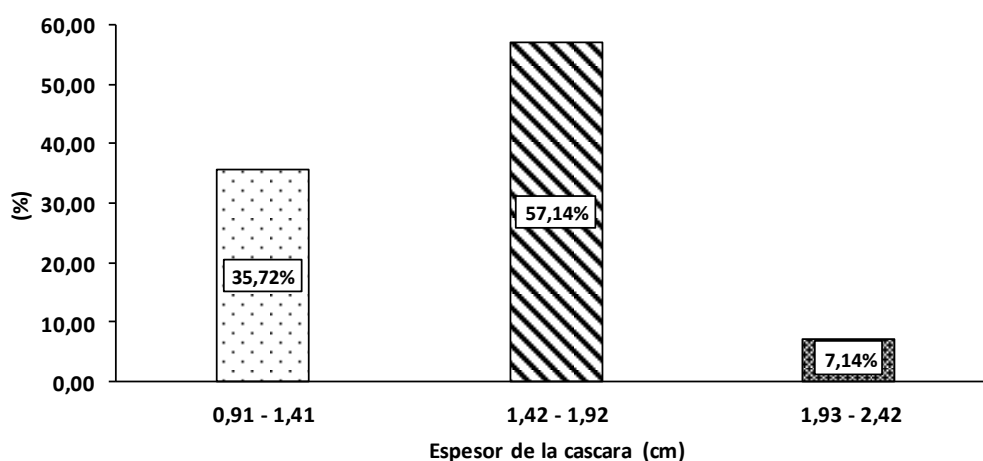


Figura 46. Distribución de frecuencias (%) para el espesor de la cáscara (cm)

3.1.4.5 Profundidad de surcos

En la evaluación de esta variable nos muestra de menor profundidad con 0,62 cm (MOR 276) y de mayor profundidad con 2,04 cm (MOR 258) (Figura 47), donde la mayoría de las accesiones (53,57%), se encuentra en la clase uno de la distribución de frecuencias, cuyo rango están entre 0,62 cm a 1,09 cm, seguida de la clase dos con 39,29% cuyo rango está entre 1,10 cm a 1,57 cm y la clase tres con 7,14% con un rango entre 1,58 cm a 2,04 cm.

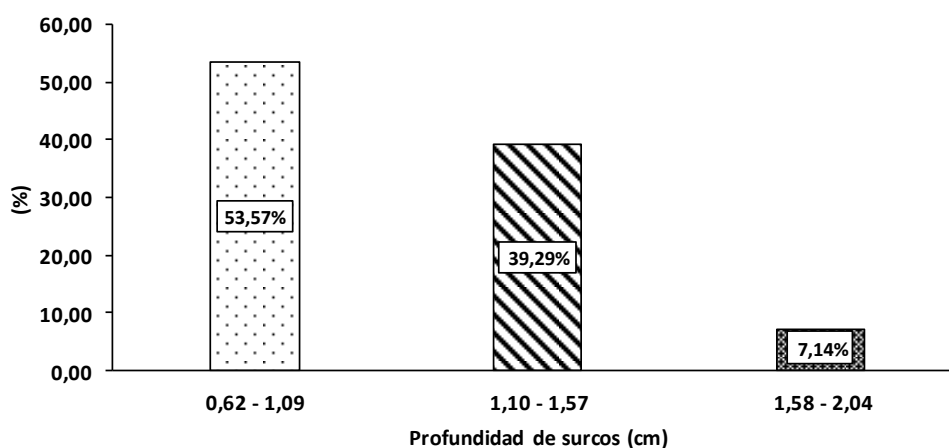


Figura 47. Distribución de frecuencias (%) para la profundidad de surcos (cm)

3.1.4.6 Tipo de fruto

La mayoría de las accesiones evaluadas (35,71%) presentaron un tipo de fruto Angoleta, seguida del tipo Criollo con 25%, el tipo Cundeamor con 21,43% y del tipo Amelonado con 17,86% (Figura 48).

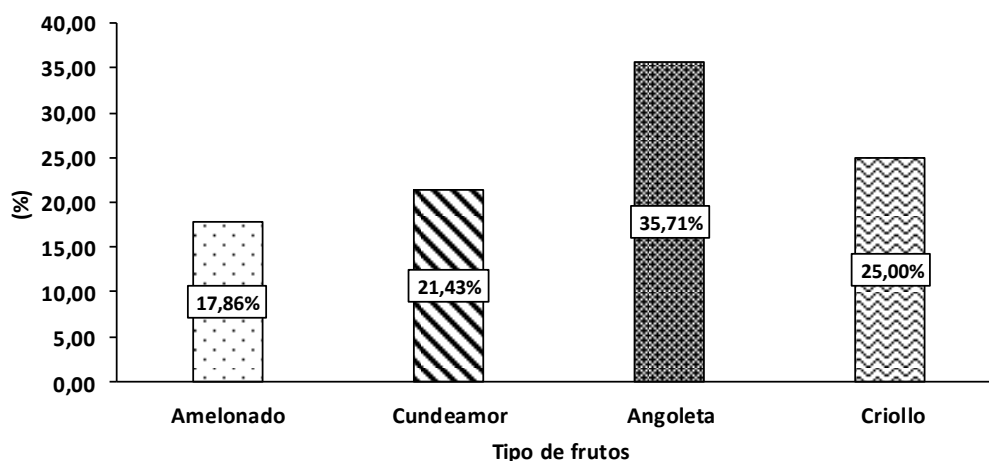


Figura 48. Distribución de frecuencias (%) para el tipo de fruto

3.1.4.7 Forma de mazorca

La mayoría de las accesiones evaluadas presentaron una forma de la mazorca del tipo Ovalada con 92,86% y un 7,14% presentó una forma del fruto Alargada (Figura 49).

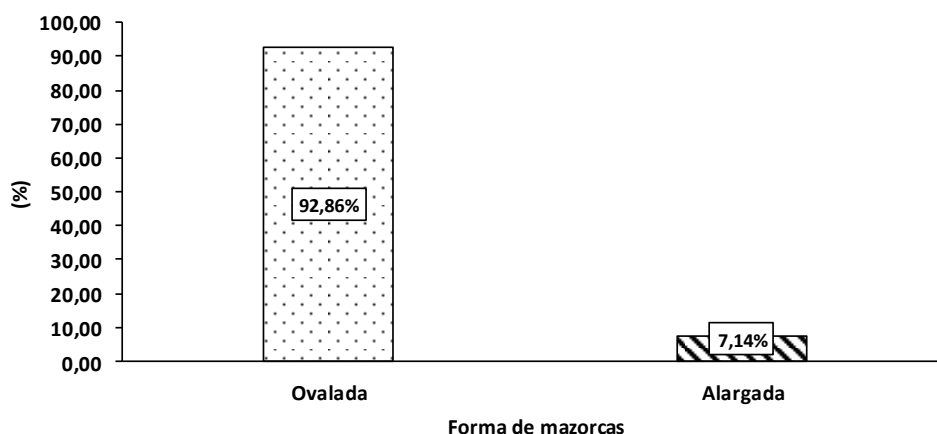


Figura 49. Distribución de frecuencias (%) para la forma de mazorca

3.1.4.8 Tamaño del fruto

En relación al tamaño del fruto, la mayoría de las accesiones evaluadas presentaron un tamaño del fruto Mediano con 42,86% y Grande con 42,86%, seguida de un tamaño Pequeño con 14,28% (Figura 50).

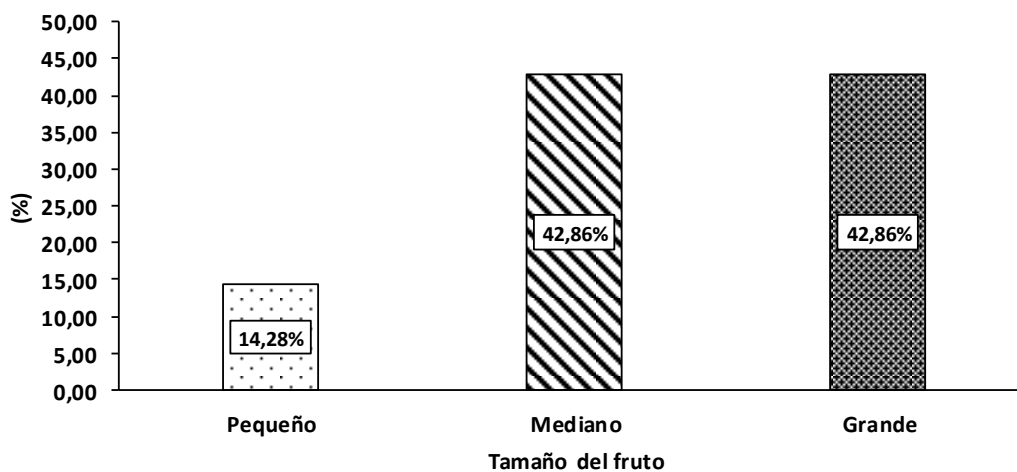


Figura 50. Distribución de frecuencias (%) para el tamaño de fruto

3.1.4.9 Forma de ápice

En relación a la forma de ápice, la mayoría de las accesiones evaluadas presentaron una forma Aguda con 39,29%, seguida de forma Acuminado con 21,42%, después de forma Redondo con 17,86, luego de forma Pezón con 14,29% y por último de forma Atenuado y Dentado con 3,57% cada uno (Figura 51).

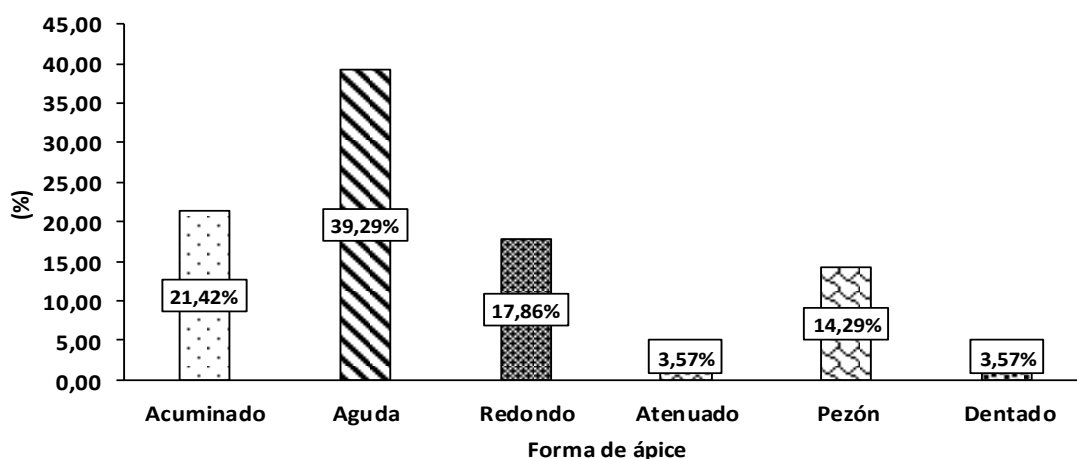


Figura 51. Distribución de frecuencias (%) para la forma de ápice

3.1.4.10 Constricción basal

En relación a la constricción basal, la mayoría de las accesiones evaluadas presentaron una constricción Leve con 60,71%, seguida de una constricción Intermedia con 14,29% y que no presentaron constricción con 14,29%, y por último de una constricción Fuerte con 10,71% (Figura 52).

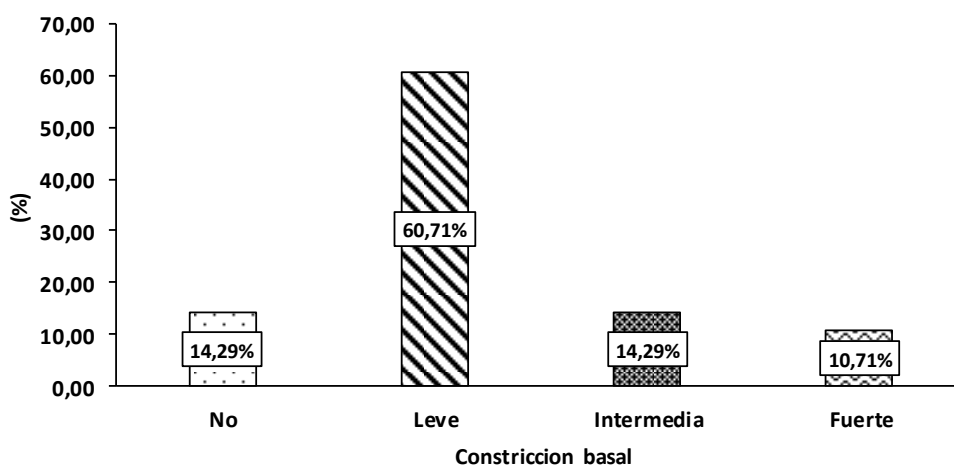


Figura 52. Distribución de frecuencias (%) para la constricción basal

3.1.4.11 Rugosidad de la mazorca

En relación a la rugosidad de la mazorca, la mayoría de las accesiones evaluadas presentaron una rugosidad Intermedia con 89,29%, seguida de una rugosidad Intensa con 7,14% y por último con una rugosidad Ausente con 3,57% (Figura 53).

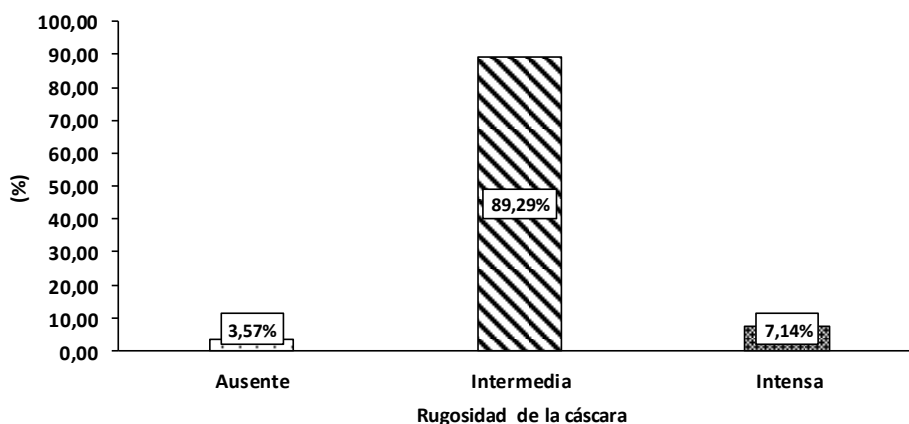


Figura 53. Distribución de frecuencias (%) para la rugosidad de la cáscara

3.1.4.12 Color de fruto

En relación al color de fruto, la mayoría de las accesiones evaluadas presentaron un color Amarillo con 96,43%, seguida de un color Naranja Rojizo con 3,57% (Figura 54).

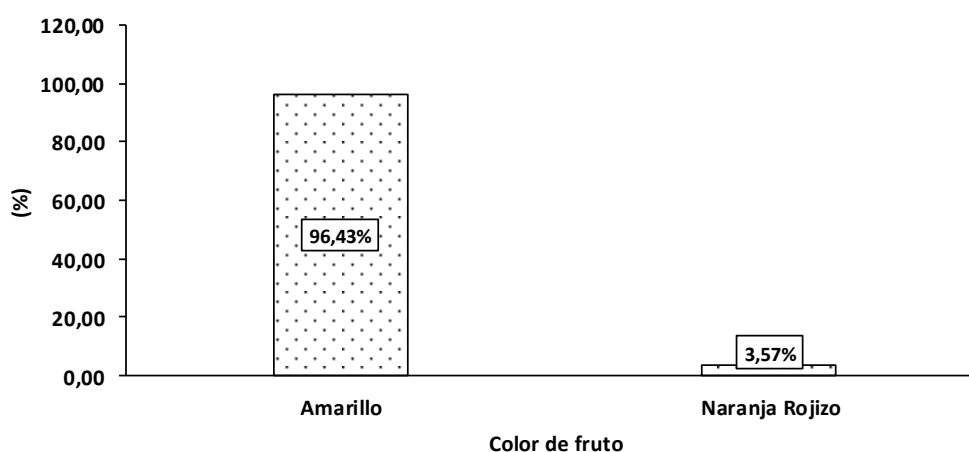


Figura 54. Distribución de frecuencias (%) para el color de fruto

3.1.5 Características cuantitativas y cualitativas de la semilla

Tabla 9

Características cuantitativas y cualitativas de la semilla

Accesiones	Cuantitativas				Cualitativas		
	N° de semillas/fruto	Peso de semilla húmedo	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Color de cotiledón	Forma de semilla sección Longitudinal	Forma de semilla Transversal
SAN 191	44	124,32	2,11	1,31	Morado claro	Oblonga	Aplanada
SAN 225	36	94,64	2,15	1,21	Púrpura claro	Ovada	Intermedia
SAN 227	48	175,97	2,46	1,55	Morado claro	Oblonga	Intermedia
SAN 193	47	141,23	2,36	1,07	Morado claro	Oblonga	Aplanada
SAN 223	29	95,38	2,20	1,29	Morado claro	Oblonga	Intermedia
SAN 221	40	139,43	2,14	1,31	Morado claro	Oblonga	Aplanada
SAN 203	43	142,40	2,28	1,33	Morado claro	Oblonga	Intermedia
SAN 255	55	158,37	2,37	1,07	Morado claro	Oblonga	Intermedia
SAN 231	36	128,37	2,14	1,20	Morado claro	Oblonga	Intermedia
SAN 249	39	148,34	2,36	1,20	Púrpura oscuro	Oblonga	Aplanada
SAN 215	40	139,45	2,32	1,20	Morado claro	Oblonga	Intermedia
SAN 247	38	123,93	2,34	1,19	Púrpura claro	Oblonga	Intermedia
MOR 210	33	142,40	1,94	1,07	Morado claro	Oblonga	Aplanada
MOR 194	45	136,73	2,31	1,25	Púrpura oscuro	Ovada	Intermedia
MOR 258	40	148,46	2,28	1,30	Morado claro	Oblonga	Aplanada
MOR 202	34	149,21	2,08	1,10	Morado claro	Oblonga	Aplanada
MOR 228	39	123,77	2,56	1,38	Morado claro	Elíptica	Intermedia
MOR 230	28	145,20	2,18	1,31	Morado claro	Ovada	Intermedia
MOR 232	41	148,42	2,25	1,24	Púrpura oscuro	Elíptica	Intermedia
MOR 252	41	148,49	2,09	1,26	Morado claro	Elíptica	Intermedia
MOR 270	35	107,30	2,28	1,29	Púrpura oscuro	Elíptica	Intermedia
MOR 234	36	148,46	2,14	1,20	Morado claro	Elíptica	Intermedia
MOR 272	44	139,20	2,21	1,16	Morado claro	Elíptica	Intermedia
MOR 236	45	147,23	1,92	0,99	Morado claro	Oblonga	Aplanada
MOR 274	38	97,82	2,29	1,18	Morado claro	Oblonga	Aplanada
MOR 276	39	131,24	2,08	1,16	Morado claro	Ovada	Intermedia
MOR 214	35	84,23	2,12	1,30	Morado claro	Oblonga	Intermedia
MOR 266	28	96,48	1,93	1,10	Morado claro	Oblonga	Aplanada
Media	36,89	125,34	2,21	1,22			
Máximo	55,00	175,97	2,56	1,55			
Mínimo	28,00	84,23	1,92	0,99			
Desv. Stand.	10,48	37,52	0,15	0,12			
C.V. (%)	28,42	29,93	6,94	9,48			
Error Stand.	1,98	7,09	0,03	0,02			

3.1.5.1 Número de semillas por fruto

En la evaluación de esta variable nos muestra de menor número de semillas con 28 (MOR 230, MOR 266) y de mayor número de semillas con 55 (SAN 255) (Figura 55), donde la mayoría de las accesiones (57,15%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyos rangos están entre los 38 a 47, seguida de la clase uno con 35,71% en un rango de 28 a 37 y por último la clase tres con 7,14% en un rango de 48 a 55.

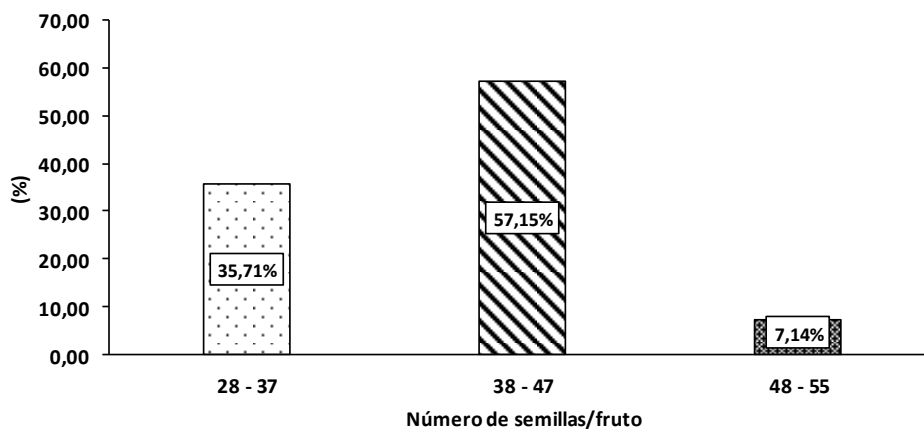


Figura 55. Distribución de frecuencias (%) para el número de semillas/fruto

3.1.5.2 Peso de semillas húmedas (gr)

En la evaluación de esta variable nos muestra de menor peso de semillas con 84,23 g (MOR 214) y de mayor peso de semillas con 175,97 g (SAN 227) (Figura 56), donde la mayoría de las accesiones (46,43%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyos rangos están entre los 114,82 g a 145,40 g, seguida de la clase tres con 32,14% con un rango entre 145,41 g a 175,97 g y por último la clase uno con 21,43% con un rango entre 84,23 g a 114,81 g.

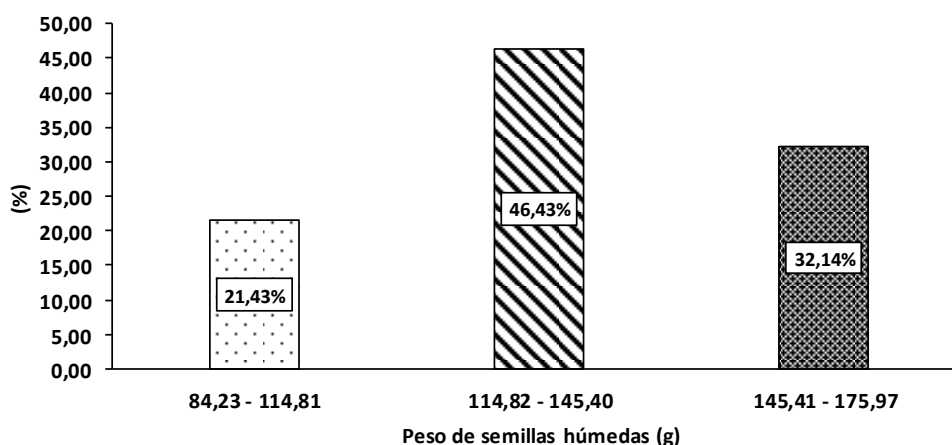


Figura 56. Distribución de frecuencias (%) para el peso de semillas húmedas

3.1.5.3 Longitud de la semilla (cm)

En la evaluación de esta variable nos muestra de menor longitud con 1,92 cm (MOR 236) y de mayor longitud con 2,56 cm (MOR 228) (Figura 57), donde la mayoría de las accesiones (53,57%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyos rangos están entre los 2,14 cm a 2,35 cm, seguida de la clase uno con 28,57% con un rango entre 1,92 cm a 2,13 cm y por último la clase tres con 17,86% con un rango entre 2,35 cm a 2,56 cm.

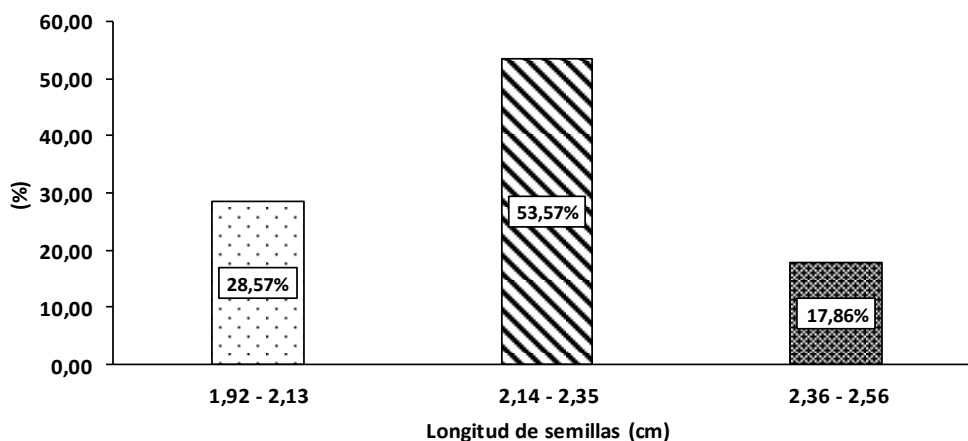


Figura 57. Distribución de frecuencias (%) para la longitud de semillas

3.1.5.4 Diámetro de la semilla (cm)

En la evaluación de esta variable nos muestra de menor diámetro con 0,99 cm (MOR 236) y de mayor diámetro con 1,55 cm (SAN 227) (Figura 58), donde la mayoría de las accesiones (64,29%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyos rangos están entre los 1,18 cm a 1,36 cm, seguida de la clase uno con 28,57% con un rango entre 0,99 cm a 1,17 cm y por último la clase tres con 7,14% con un rango entre 1,37 cm a 1,55 cm.

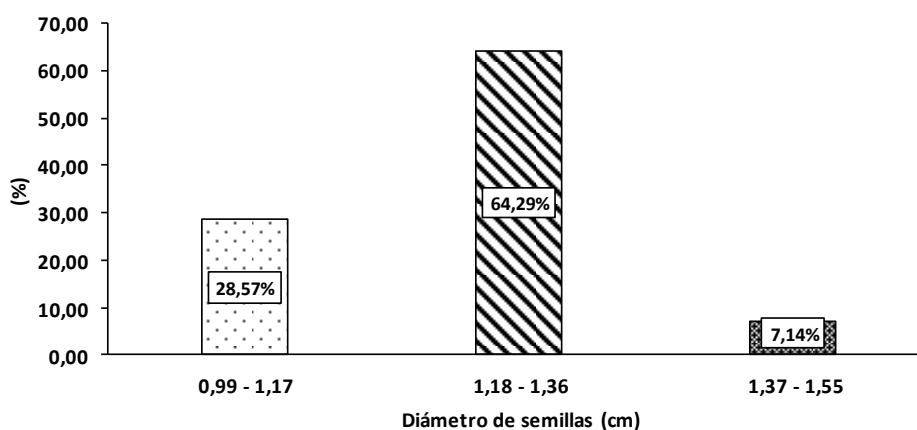


Figura 58. Distribución de frecuencias (%) para el diámetro de semillas

3.1.5.5 Color de cotiledón

En relación al color de cotiledón, la mayoría de las accesiones evaluadas presentaron un color Morado Claro con 78,57%, seguida de un color Púrpura oscuro con 14,29% y por último con un color Púrpura claro con 7,14% (Figura 59).

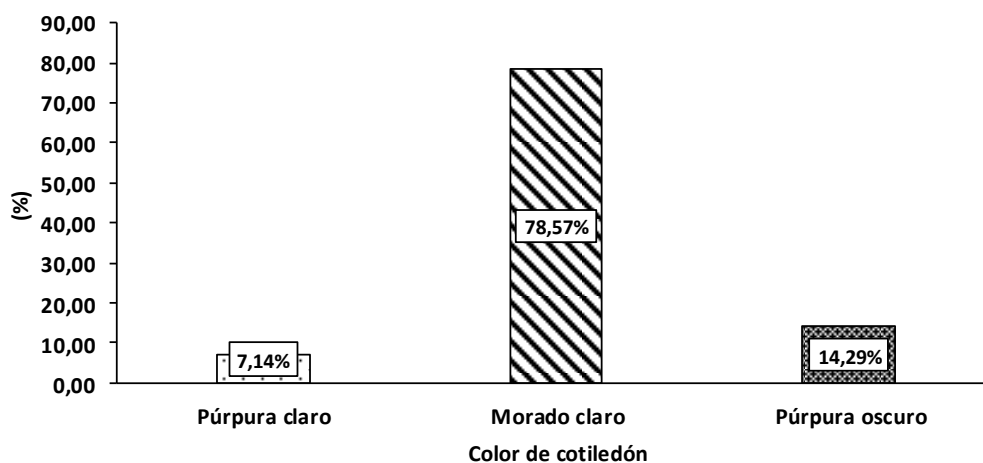


Figura 59. Distribución de frecuencias (%) para el color de cotiledón

3.1.5.6 Forma de semilla sección longitudinal

En relación a la forma de semilla sección longitudinal, la mayoría de las accesiones evaluadas presentaron un forma longitudinal Oblonga con 64,29%, seguida de una forma longitudinal Elíptica con 21,42% y por último con un forma longitudinal Ovada con 14,29% (Figura 60).

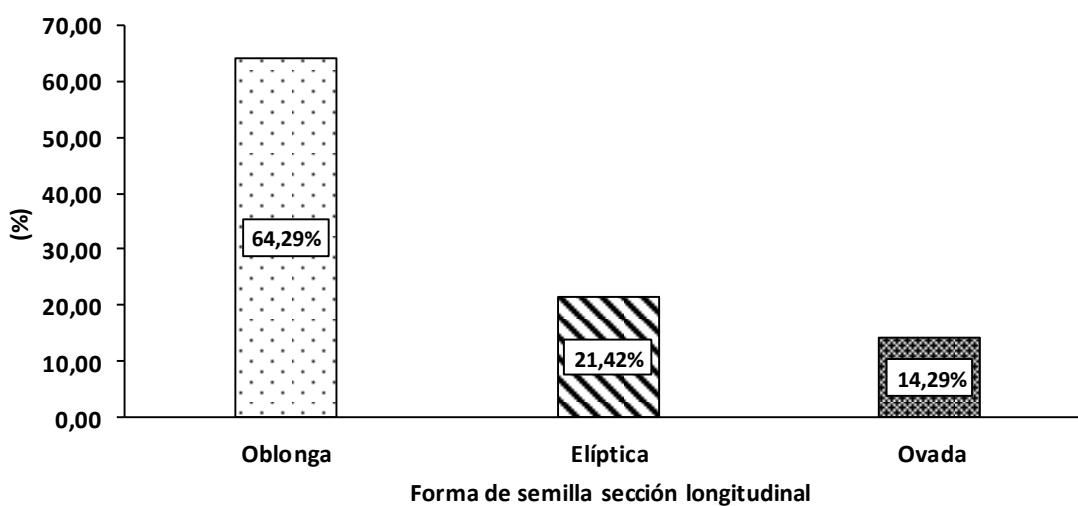


Figura 60. Distribución de frecuencias (%) para la forma de semilla sección longitudinal

3.1.5.7 Forma de semilla sección transversal

En relación a la forma de semilla sección transversal, la mayoría de las accesiones evaluadas presentaron un forma transversal Intermedia con 64,29%, seguida de una forma transversal Aplanada con 35,71% (Figura 61).

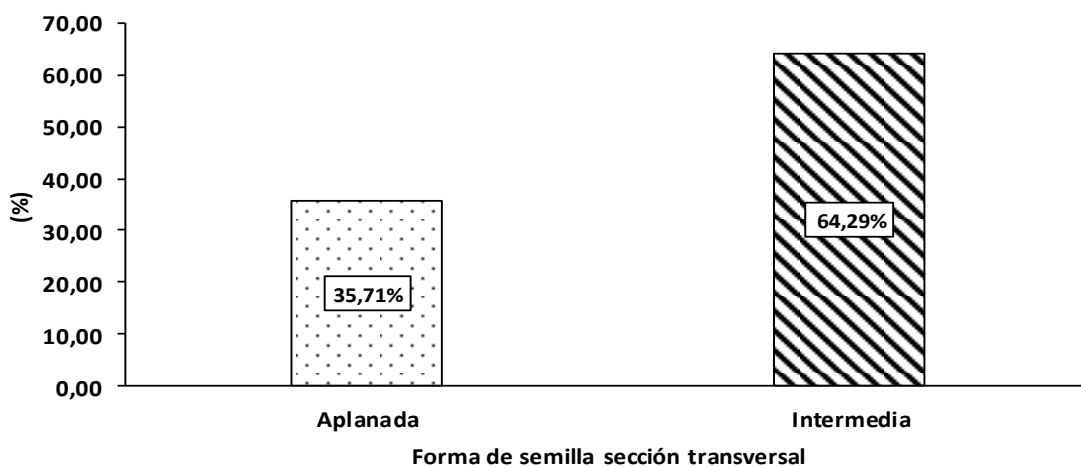


Figura 61. Distribución de frecuencias (%) para la forma de semilla sección transversal

3.1.6 Análisis de dispersión

En la Figura 62 se muestra el agrupamiento mayoritario de las accesiones de las cuencas Santiago y Morona en dos grupos específicamente, independientemente de dichas cuencas.

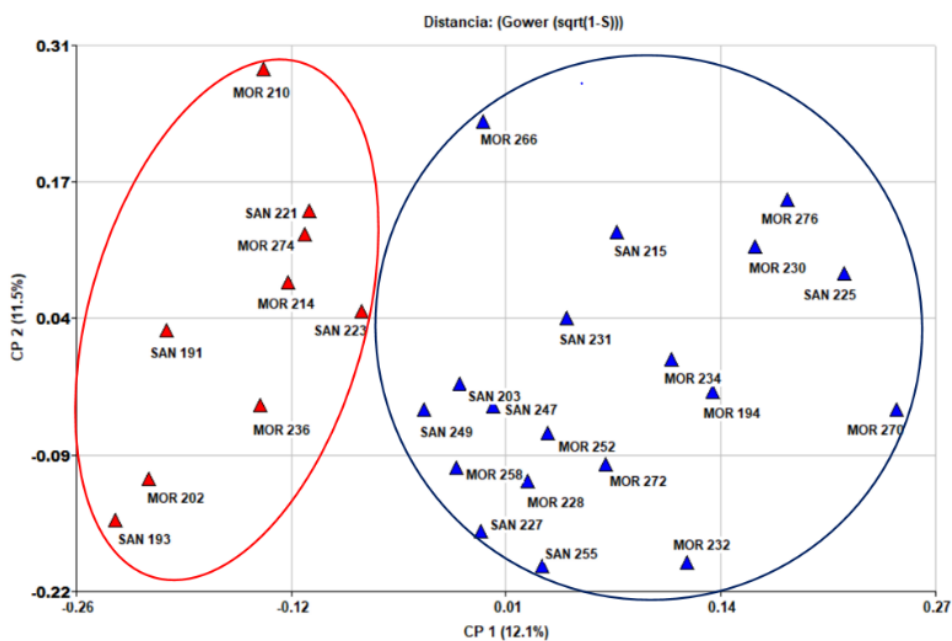


Figura 62. Dispersión de 28 accesiones en base a las variables evaluadas

3.1.7 Análisis de conglomerado

En la Figura 63 nos muestra el dendrograma de distancias fenotípicas de las diferentes accesiones seleccionadas, se observa que las distancias según el método Ward o método de mínima varianza (Ward, 1963), fluctúan entre 0,00 a 0,95.

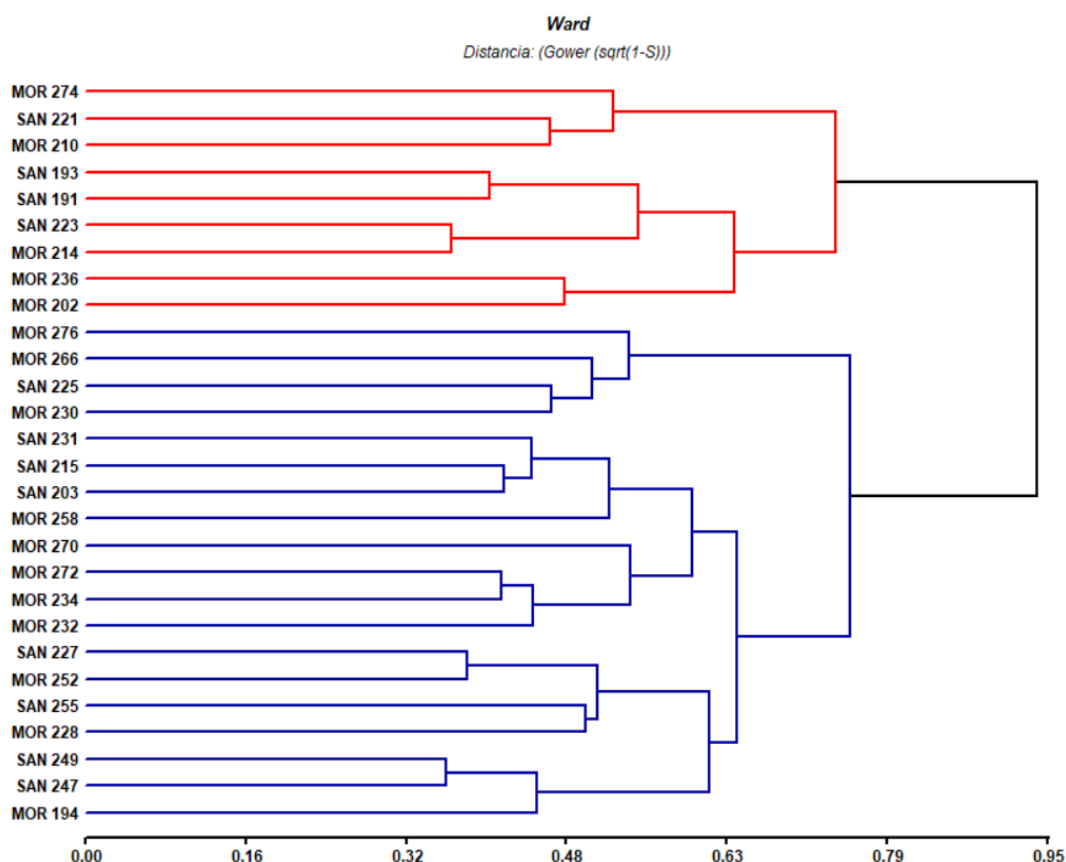


Figura 63. Análisis de conglomerado, distancias fenotípicas de 28 accesiones evaluadas.

El coeficiente utilizado fue la de Grower, en cuya distancia mayor a 0,79 se puede observar la formación de dos grupos independientes de las zonas colectadas.

3.2. Discusión

3.2.1 Característica general de la planta

Según la tabla 4, nos muestra que un 85,71% de las accesiones estudiadas tuvieron hábito de crecimiento erecto y un 14,29% hábito de crecimiento intermedio, es decir que la mayoría de las accesiones fueron erectos y se puede atribuir porque fueron propagados por injertos y que de éstas forman ramas primarias de ángulo agudo, asemejándose a los

trabajos obtenidos por Bartra (2009), pero no se corrobora con Carbajal (2007) ya que sus resultados obtenidos y que fueron evaluados en la cuenca del marañón fueron la mayoría de un hábito de crecimiento intermedio y que esto podría haberse influenciado por el manejo cultural del cultivo como las podas de mantenimiento.

Con respecto a la pigmentación según en la tabla 4 hubo variabilidad en las accesiones estudiadas, esta variabilidad de pigmentación está relacionado con el carácter heredable del árbol de cacao, lo cual nos permite diferenciar de las demás accesiones estudiadas. Según Enriquez (1981), indica la variabilidad de pigmentación está controlado por un par de genes simple con dominancia para la pigmentación y recesividad para la no pigmentación; el mismo autor admite la variabilidad de pigmentación parecen depender de genes modificadores, los cuales aún no han sido adecuadamente estudiados.

En la tabla 4 nos muestra que la mayoría de las accesiones presentaron vigor intermedio y cuatro accesiones (SAN 221, SAN 215, MOR 210 Y MOR 276) de vigor débil. Es importante indicar que las accesiones fueron traídas de un Bosque Húmedo y fueron instaladas en un Bosque Seco Premontano y éstas presentaron un vigor intermedio, probablemente por las inherencias de las condiciones del clima y así lo corrobora Carbajal (2007) que el vigor de las plantas puede ser explicado por las condiciones edafoclimáticas.

3.2.2 Características cuantitativas y cualitativas de las hojas

La tabla 5 nos presenta que todas las accesiones presentan pulvínulo en los peciolo y que esto es un carácter genético del género *Theobroma*, así lo corrobora Bartra (2009) y Carbajal (2007). Así mismo la relación L/LBL, se utiliza como criterio para determinar la forma de la hoja, ya que es un parámetro muy estable como lo indica Enriquez y Soria en 1964.

En cuanto a las características cuantitativas de la hoja (tabla 5), como longitud, ancho, longitud desde la base hasta el punto más ancho y la longitud de peciolo, nos muestra que no existe mayor variabilidad de las 28 accesiones, ya que los coeficientes de variabilidad son bajos porque nos muestran con 5,33%, 8,56%, 6,42% y 10,55% respectivamente, esto debido que hay una estabilidad genética de la especie, y que no se modificaron en gran escala por el ambiente, tal como lo menciona De Castro et al, 1983; y así mismo lo corrobora Carbajal en el 2007, que menciona que hay un grado de similitud genética

provenientes de progenitores relacionados y con las condiciones climáticas relativamente homogéneas.

3.2.3 Características cuantitativas y cualitativas de la flor

En la tabla 6, nos muestra que el color del pedúnculo, la mayoría presentó color verde, esto debido a que sea como una constitución genética, tal como lo afirma Carbajal, 2007; y las dos accesiones que presentaron color verde con rojo, podría ser posible que hayan sido modificado por el factor ambiente como lo menciona Bartra en el 2009; o que estas expresiones fenotípicas sean influenciados a su origen o el tipo de cacao. Así mismo en el cuadro nos indica que todos los estaminoides de las accesiones evaluadas presentaron un color morado oscuro, corroborando con los datos de Bartra en el 2009, y esto sea posible que las accesiones sean origen de tipo de cacao Forastero, como lo menciona (Arguello, et al, 1999).

Con relación a las características cuantitativas, según en la tabla 6 nos indica que no hay mucha variabilidad con respecto a longitud de sépalo, ancho de sépalo, longitud de pétalo, ancho de pétalo, longitud de estaminoides, longitud de ovario, ancho de ovario y longitud de estilo; ya que nos muestran sus coeficientes de variación con 9,88%, 11,11%, 13,63%, 11,92%, 12,29%, 20,76%, 15,19% y 13,02% respectivamente y que se corroboran con datos similares al de Carbajal (2007) que también son accesiones de la cuenca del Marañón; mientras que existe diferencia con los datos de Bartra (2009), porque fueron estudiados genotipos de la cuenca del Huallaga. Estas variaciones de las longitudes de las partes de la flor sea probablemente por el factor ambiente y que determina estos caracteres de mucha variabilidad por condiciones de zonas de vida y/o clima.

Con respecto al número de óvulos por ovario, la mayoría de las accesiones evaluadas que corresponden un 67,86%, se encontraron en un rango de 36 a 45 óvulos/ovario y que es considerado un nivel bajo; y que es corroborado por Carbajal (2007) que la mayoría de sus genotipos de la cuenca del Marañón fueron menor de 45 óvulos/ovario; así López, *et al* (1988), menciona que el número de óvulos/ovario es un carácter altamente heredable; y se podría mencionar que las accesiones evaluadas podrían ser del tipo Criollo o cruce con Forastero Amazónico, ya que según Esquivel y Soria en 1962, menciona que las poblaciones que muestran bajos números de óvulos por ovarios son aquellas más cercanas al tipo genético criollo; así lo corrobora Bartley (2005) que indica que los números más

altos se encuentra el tipo de cacao Forastero Amazónico y los más bajos en el grupo del tipo Criollo.

3.2.4 Características cuantitativas y cualitativas del fruto

De acuerdo a las características cuantitativas del fruto que nos muestra la tabla 7, nos indica con respecto a peso, espesor y profundidad de surco, existe una mayor variabilidad, ya que sus coeficientes de variación son 28,98%, 21,59% y 29,56% respectivamente; mientras que en longitud y diámetro de fruto, no hubo mucha variabilidad ya que sus coeficientes de variación fueron aceptables con 18,77% y 13,27% respectivamente; y así lo corrobora Carbajal en el 2007 con sus resultados obtenidos de sus genotipos estudiados de la cuenca del Marañón. Con respecto a longitud de fruto las accesiones (SAN 255, MOR 202 y MOR 232) obtuvieron valores altos, resaltando para realizar estudios de mejoramiento genético en post de productividad, pues según Enríquez y Soria (1964) menciona que ello es de heredabilidad relativamente alta.

En relación al peso de fruto, hubo una gran mayor variabilidad, y que esto varía por el factor ambiente, como lo indica Enríquez en 1991; así mismo la variabilidad se refleja en la heterogeneidad en el tamaño de los frutos recolectados como lo menciona De Castro (1983).

En relación al espesor de la cáscara, hubo bastante variabilidad entre los clones evaluados, ya que el 35,72% mostraron cáscara delgada (0,91 cm), el 57,14% intermedio (1,42 cm) y el 7,14% grueso (1,92 cm). Se ha mencionado que a mayor grosor de la cáscara podría limitar el desarrollo completo y peso de las almendras, y a menor espesor permitiría un mejor desarrollo de los granos (León, 1968). Así mismo hubo mayor variabilidad entre los clones evaluados con respecto a la profundidad de surcos, ya que el coeficiente de variabilidad fue de 29,56%.

En relación a las características cualitativas de los frutos que nos muestra en la tabla 7, se observó tipos de frutos como Criollo (25%), Amelonado (21,43%), Angoleta (35,71%) y Cundeamor (21,43%) y que esta característica no determina las combinaciones de caracteres; pero sí con respecto a la forma de fruto, ya que este último está determinado por la relación entre largo/diámetro; donde la mayoría de las accesiones evaluadas resultaron de forma ovalada, el cual es característico del tipo Forastero Amazónico, como

lo corrobora Carbajal (2007), donde indica en sus resultados de sus genotipos evaluados de la cuenca del Marañón fueron Ovaladas y que éstos son más frecuentes en clones de cacao del complejo germoplásmico Amazonas (Forastero Amazónico).

En cuanto al tamaño de fruto, la mayoría de las accesiones evaluadas fueron medianos (42,86%) y grandes (42,86%), y un 14,28% que fueron pequeños. Donde el MOR-202 es de mayor tamaño con 27,13 cm y el SAN-191 es de menor tamaño con 13,15; y que estas variaciones pueden ser por el factor ambiente ya que es un caracter cuantitativo.

Con respecto a la forma del ápice, hubo una gran variación ya que se reportó ápices agudos, acuminados, redondos, pezonados, atenuados y dentados; y que estas variaciones se debe a que podrían ser progenitores de Forasteros Amazónicos; mientras con respecto a la constricción basal, solo 04 accesiones evaluadas no lo presentaron, pero la mayoría si presentaba algo ligero, seguido de intermedia y fuerte; estas constricciones basales muy variadas se podría asumir que sean de origen de Forastero Amazónico o Trinitario; así lo menciona Bartra (2009).

En relación a la rugosidad de la superficie, la mayoría de las accesiones evaluadas presentaron rugosidad lisa e intermedia, corroborando con los resultados de genotipos evaluados en la cuenca del Marañón por Carbajal (2007), y que estas características sean de origen de Cacao Silvestre. Con respecto a la herencia no se ha definido bien, por carecer de más estudios, aunque el caracter liso sea recesivo a rugoso (Internacional, 1975).

En cuanto al color de los frutos maduros, la mayoría de las accesiones evaluadas presentaron color Amarillo y sólo el MOR-274 presentó color Naranja Rojizo, siendo el color Amarillo como una característica hereditaria de los Forasteros Amazónicos; así lo corrobora Bartra (2009).

3.2.5 Características cuantitativas y cualitativas de la semilla

Según la tabla 8, las características cualitativas de la semilla de las 28 accesiones evaluadas, nos muestra que la mayoría presentaron color morado claro el cotiledón; así también lo corrobora Bartra (2009) con sus resultados, e indicando que sea del tipo de cacao Forastero.

Con respecto a la forma de la semilla sección transversal, la mayoría presentaron intermedias (64,29%) y el resto aplanadas (35,71%), esta variación sea por la segregación en la expresión de este caracter; y según Carbajal (2007), indica que las semillas aplanadas parece estar restringido a los cacaos del complejo germoplásmico Amazonas; y que posiblemente las accesiones sean Forasteros o Trinitarios. Mientras a la forma de semilla de sección longitudinal, se presentaron oblongas, elípticas y ovada.

En relación al número de semillas por fruto, hubo mucha variación (28,42%). Esto se debe al tipo de fecundación que se da (autocompatibles e autoincompatibles) (Hanson, 1963); lo cual puede ser un caracter no confiable por la mucha variabilidad que existe y por la pequeña muestra que se usó. En tanto al peso de semillas húmedas también hubo variación (29,93%), esto debido a la cantidad y el número de semillas.

En cuanto a la longitud y diámetro de semillas no existe variación ya que sus coeficientes de variabilidad fueron 6,94% y 9,48% respectivamente; y sus valores oscilaban en el rango de medios a bajos en la mayoría de las accesiones evaluadas; así lo corrobora Carbajal (2007) con sus resultados obtenidos de los genotipos de la cuenca del Marañón.

3.2.6 Análisis de dispersión

La representación gráfica de los componentes principales (Figura 62) muestra que entre las accesiones evaluadas existen amplias diferencias morfológicas y agronómicas, mostrando un mayor grado de dispersión en los dos primeros componentes; el primer componente principal (CP 1) contribuyó con más del 12,1% de la varianza total explicada, mientras que el segundo componente principal (CP 2) aportó 11,5%; esta diversidad está representada por el tipo de fruto, color de pedúnculo, número de semillas y presencia de pulvínulos; sin embargo las accesiones evaluadas morfológicamente similares pueden ser distantes en su constitución genética. Se agruparon en dos grupos por su dispersión, siendo estos indiferentes a su origen o lugar de colecta, posiblemente por el tipo de cacao Forastero Amazónico originario de la Amazonía a la cual pertenecen.

3.2.7 Análisis de conglomerado

El dendrograma obtenido a través de la distancia Grower (1971), cuya finalidad es analizar datos mixtos (cuantitativos y cualitativos) muestra que las mejores asociaciones fueron formadas de acuerdo al nivel de significancia, la cual representa la similitud como la

proximidad de todas las variables evaluadas respecto a los demás, siendo en realidad medidas de diferencias donde los valores elevados indican una menor similitud. De los resultados obtenidos se muestra las distancias para el caso de variables (descriptores) donde se observan variables que es posible formar dos grupos claramente definidos, cada uno con varios subgrupos, dichos agrupamientos son indiferentes a la zona de origen.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el uso de descriptores, las 28 accesiones evaluadas de las cuencas de los ríos Santiago y Morona presentaron variabilidad fenotípica tanto en órganos vegetativos y reproductivos, de manera cuantitativa y cualitativa.

Todas las accesiones presentaron variabilidad con respecto al peso del fruto, siendo esto como una característica genética de la diversidad de accesiones que se evaluaron, esto debido a la variación de número de semillas por fruto y por el número de óvulos por ovario, reportándose de 28 a 55 semillas y óvulos de 36 a 50, respectivamente; asumiendo que éstas sean de origen Forastero o Trinitario; donde SAN 227 obtuvo el mayor peso de fruto (891,47 g).

Con el análisis del conglomerado, nos muestra que hay dos grupos diferenciados de las accesiones evaluadas a un coeficiente de 0,79; muy independientes de las cuencas donde fueron colectadas, pero a un coeficiente de 0,95 se agrupan en uno solo, determinando con ello que hay cierta homogeneidad en sus características fenotípicas; asumiendo que éstas sean de origen Forastero o Trinitario; y que las mezclas de dichas accesiones se produjeron por la expansión de modo cultural de la población in situ o por la misma condición ambiental de dichas cuencas.

RECOMENDACIONES

Replicar el trabajo de investigación, en diferentes zonas ecológicas, así como también utilizar otros descriptores que ayuden a complementar la base de datos para fines de intereses agronómicos y de conservación.

Realizar estudios de dichas accesiones con respecto a rendimiento; compatibilidad sexual, así como tolerancia a plagas y enfermedades.

Comparar las accesiones resaltantes en materia de mayor número de óvulos por ovario, peso de fruto y número de semillas por fruto; con otros clones comerciales.

Realizar otros estudios a nivel molecular con las accesiones estudiadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadie, T., Berreta, A. (2001). *Caracterización y evaluación de recursos filogenéticos (en línea)*. Montevideo, Uruguay. PROCISUR. s.p. Consultado 28 Oct. 2008.
- Afoakwa, E., Paterson, A., Fowler, M. & Ryan, A. (2008). *Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review*. Crit. Rev. Food Sci. 48: 840-857.
- Aranzazu, F., Martínez, N., Palencia, G., Coronado, R. y Rincón, D. (2009). *Manejo del recurso genético para incrementar la producción y productividad del sistema de cacao en Colombia*. Unión Temporal Cacao de Colombia Uno. FEDECACAO, CORPOICA y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. pp 29 –109.
- Arciniegas, L., A. M. (2005). *Caracterización de árboles superiores de cacao (Theobroma cacao L.) Seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 126 p.
- Argout, X.; Salse, J.; Aury, J.; Gaultier, M.; Droc, G.; Gouzy, J.; Allegre, M.; Chaparro, C.; Legavre, T.; Maximova, S.; Abrouk, M.; Murat, F.; Fouet, O.; Poulain, J.; Ruiz, M.; Roguet, Y., Rodier-Goud, M., Barbosa-Neto, J., Sabot, F., Kudrna, D., Ammiraju, J.; Schuster, S.; Carlson, J.; Sallet, E.; Schiex, T.; Dievart, A.; Kramer, M.; Gelley, L.; Shi, Z.; Bérard, A.; Viot, C.; Boccara, M.; Risterucci, A.; Guignon, V.; Sabau, X.; Axtell, M.; Ma, Z.; Zhang, Y.; Brown, S.; Bourge, M.; Golser, W.; Song, X.; Clement, D.; Rivallan, R.; Tahi, M.; Akaza, J.; Pitollat, B.; Gramacho, K.; D’hont, A.; Brunel, D.; Infante, D.; Kebe, I.; Costet, P.; Wing, R.; McCombie, W.; Guiderdoni, E.; Quetier, F.; Panaud, O.; Wincker, P.; Bocs, S. & Lanaud, C. (2011). *The genome of Theobroma cacao*. Nat. Genet. 43(2): 101-109.
- Argüello, O, Mejía, L. (2000). *Variabilidad morfo agronómica de 59 árboles de cacao (Theobroma cacao L.) en Santander*. In *Tecnología para el mejoramiento de sistemas de producción de cacao, Corpoica, Bucaramanga, CO*. p 50 –54 Mejía LA; Argüello, CO. Eds. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. CORPOICA. Bucaramanga, Colombia. p. 50-54.
- Argüello, O; Mejía L; Palencia C. (2000). *Origen y descripción botánica*. In *Tecnología para el mejoramiento de sistemas de producción de cacao, Corpoica, Bucaramanga, Colombia*. p 10 – 12.
- Ayestas, E (2009). *Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de Theobroma cacao L. en Waslala, RAAN*. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. Pags 68.

- Bartra, J. M. (2009). *Tesis: Caracterización preliminar morfológica y de productividad de 42 genotipos promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) colectados en la cuenca del Huallaga – San Martín.*
- Bekele, F., Buttler, D. R. (2000). *Proposed short list cocoa descriptors for characterization.* In Eskes, A. B. Engels, J. M. M.; Lass, R. A. eds. Working procedures for cocoa germplasm evaluation and selection (Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI project Workshop 1 – 6 February 1988 – Montpellier, France). Rome, Italy. IPGRI. p 41-48.
- Benito, J. A. 1992. *Tecnificación del cacao en la selva alta peruana.* Fundación Para el Desarrollo del Agro (FUNDEAGRO). Lima. Perú. 13-40pp.
- Braudeau, J. (1970). *El cacao.* Colección Agricultura Tropical. Editorial Blume. Barcelona ES. 304 p.
- Carbajal, S. (2007). *Caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la cuenca del río Marañón.* Universidad Agraria de la Selva. Peru. Pags 95.
- Cheesman, E. (1944). Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cocoa populations. *Tropical Agriculture* 21: 144–159.
- Cuatrecasas, J. A. (1964). *Taxonomic revision of the genus *Theobroma*.* *Contributions from the U.S. National Herbarium* 35(6), 1964, p. 379-607.
- Davies, P. (1986). *Sistemas alternativos de producción para cacao en la zona norte de colonización: un análisis económico exploratorio.* CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical), documento Trabajo no. 55. Santa Cruz, BO. 42 p.
- Efombagn, M.; Sounigo, O.; Eskes, A.; Motamayor, J.; Manzanares, M.; Schnell, R. y Nyassé, S. (2009). *Parentage analysis and outcrossing patterns in cacao *Theobroma cacao* L. farms in Cameroon.* In: *Heredity* 103: 46- 53.
- Engels, J.; B. Bartley, G. Enríquez. (1979). *Descriptores de cacao, sus clases y modus operando.* CATIE, Costa Rica. 191 p.
- Engels, J. M. M. y Visser, L., eds. (2007). *Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma.* Manuales de Bioversity para Bancos de Germoplasma núm. 6. Roma, Bioversity.
- Enríquez, G. (1966). *Selección y estudio de los caracteres de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao.* IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, CR) OEA, CATIE, Turrialba CR. p. 64-71.

- Enríquez, G. (1991). *Descripción y evaluación de los recursos genéticos*. In Técnicas para el manejo y uso de los recursos genéticos vegetales. Castillo, R. Estrella, J. Tapia, C. eds. Editorial Porvenir. Quito EC. p. 116 – 160.
- Enríquez, G. (1991). *Descripción y evaluación de los recursos genéticos*. In Técnicas para el manejo y uso de los recursos genéticos vegetales. Castillo, R. Estrella, J. Tapia, C. eds. Editorial Porvenir. Quito EC. p. 116 – 160.
- Eskes, B; & C. Lanaud. (2001). *Cocoa*. In: Tropical Plant Breeding. Charrier *et. al.*, (eds) CIRAD, France. pp: 78-105.
- García, L. F. (2010). *Catálogo de cultivares de cacao en el Perú*. Ministerio de agricultura Perú.
- Guevara, M. & Salazar, R. (2015). *Caracterización morfológica del fruto y la semilla de 9 clones de cacao (Theobroma cacao L.) realizado en el Centro de Desarrollo Tecnológico del INTA El Recreo, El Rama, RAAS, en el año 2014-2015*.
- Hardy, F. (1960). *Cacao manual*. Inter-American Institute of Agricultural Sciences. Turrialba, Costa Rica. 395 p.
- Hernández, T. (1991). *Cacao: Sistema de producción en la Amazonía peruana*. Proyecto de Promoción Agroindustrial AD/PER/86/459 UNFDAC/PNUD/OSP. Tingo María. Perú. ESKES, B; & C.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (1999). *Metodología de la Investigación – segunda edición*. Mc GRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. de C.V. 06450 México D.F. 501 p.
- Hidalgo, R. (2003). *Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales*. In Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos filogenéticos. (En línea). Franco T, Hidalgo R. eds. Boletín técnico no 8, IPGRI Cali, CO. Consultado 28 ago. 2007. Disponible en <http://www.biodiversityinternational.org/publications/pdf/894.pdf> p 2-26.
- Holdridge, L.R. (1967). *Life Zone Ecology*. Life Zone Ecology. (rev.ed)
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). (1981). *Genetic resources of cocoa Roma*, IT. 25.
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources, IT). (1980). *Working group on genetic resources of cocoa: report*. IBPGR, Rome, Italy. 30 p. (AGP/IBPGR/80/56).
- INIA. (Instituto Nacional de Investigación Agraria). Dirección de Investigación Agraria-Subdirección de Recursos Genéticos y Biotecnología (2008). *El registro de variedades de cultivos de maíz y papa*.

- Internacional, (1975). *Cocoa Cultivar Catalogo*. Edited by Enriquez y Soria, CATIE. Costa Rica.
- IPGRI. (International Plant Genetic Resources Institute). (2000). *Estudios sobre el procedimiento para evaluar y seleccionar germoplasma de cacao FC/ICCO/IPGRI project Workshop (1998)*. Montpellier, FR. Eds Eskes, AB; Engels, JMM; Lass, RA. 176 p.
- Jaramillo, S. y M. Baena. (2000). *Material de apoyo a la capacitación en conservación ex situ de recursos fitogenéticos*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia.
- Lanaud. (2001). *Cocoa*. In: Tropical Plant Breeding. Charrier et. al., (eds) CIRAD, France. Pp. 78-105.
- Liberato, T. Y., Díaz E. (2000). *Paquete Tecnológico del Cacao para Jaén, Tocache y Tingo María*. PRISMA. Proyecto de Desarrollo Alternativo del Bajo Huallaga. Naciones Unidas. PNU. Seminario Taller del Cacao en el Perú. PNDA-CONTRADROGAS/CICAD-OEA. Lima, Perú, 14 y 15 de Diciembre, 2000. 17pp.
- López, B., O. (1984). *Herencia de ciertos caracteres de la semilla del cacao (Theobroma cacao L.)*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 93 p.
- Motamayor, J. C; Risterucci, A. M; López, P. A; Ortiz, C. F; Moreno, A; Lanaud, C. (2002). *Cacao domesticación*. In *The origin of the cacao cultivated by the Mayas*. Heredity 89:380-386.
- Motamayor, J. C. (2008). *Origen y domesticación del cacao (Theobroma cacao L) en América*. Foro I “Actualidad y tendencias del germoplasma de cacao en Nicaragua”. Memoria. Pp 9-10.
- Motamayor, J., Lachneaud, P., Da Silva, E. Mota, J., Loor, R., Kuhn, D., Brown, J. y Schnell, R. (2008). *Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (Theobroma cacao L.)*. In: PLoS ONE 3: e3311.
- Motamayor, J. C.; K. Mockaitis, J. Schmutz, N. Haiminen, D. Livingstone, III. O. Cornejo, S. D. Findley, P. Zheng, F. Utro, S. Royaert, C. SaskI, J. Jenkins, R. Podicheti, M. Zhao, B. E. Scheffler, J. C. Stack, F. A. Feltus, G. M. Mustiga, F. Amores, W. Phillips, J. P. Marelli, G. D. May, H. Shapiro, J. Ma, C. D. Bustamante, R. J. Schnell, D. Main, D. Gilbert, L. Parida, and D. N. Kuhn. (2013). *The genome sequence of the most widely cultivated cacao type and its use to identify candidate genes regulating pod color*. Genome Biol. 14:53.

- MINAG. (2012). *Manejo técnico del cultivo de cacao blanco*. Ministerio de Agricultura. 15-30pp
- Ogata, N. (2007). *El cacao*. CONABIO. Biodiversitas 72: 1-5 Num. 72 Mayo- Junio 2007. ISSN: 1870- 1760.
- Ochse, J; Soule, M; Dijkman, M; Wehlburg, C. (1974). *Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales*. Editorial Limusa. Primera ed. MX. 2 v. p. 912 – 956.
- Paredes, M. (2004). *Manual de cultivo de cacao programa para el desarrollo de la Amazonía Ministerio de Agricultura*. Lima. Perú. 37-45pp.
- Phillips, W; Enríquez, G. A. (1988). *Catálogo de cultivares de cacao*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Programa de Mejoramiento de cultivos tropicales. Oficina Nacional de Semillas. 1988 (Series Técnicas, Boletín Técnico 18-60 p).
- Pinzón, U. J. O.; Rojas, A., J. (2008). *Guía técnica para el cultivo del cacao*. 3 ed. Bogotá, Colombia. FEDECACAO. 189 p.
- Pound, F. J. (1932). *The genetic constitution of cacao crops 1*. Pp 9 -29 In Annual report of cacao Research 1931 - 1945. Imperial College of Tropical Agriculture Trinidad, TT.
- Powis, T., Cyphers, A.; Gaikwad, N.; Grivetti, L. y Cheong, K. (2011). *Cacao use and the San Lorenzo Olmec*. In: Proc. Natl. Acad. Sci. U.S. A. 108(21): 8595-8600.
- Proamazonía (2003). *Caracterización de las zonas productoras de cacao en el Perú y su competitividad*. Lima-Peru. 213 p.
- Programa UNDCP-UNOPS. (1996). *Semilleros y bancos de germoplasma de cacao*. Lima. 21 p.
- Prado, S. (2010). *Sabores de Bolivia: El Cacao Silvestre*. La Paz-Bolivia.
- Rao, N. K.; Hanson, J.; Dulloo, M. E.; Ghosh, K.; Nowell, D. Y.; Larinde, M. (2007). *Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma*. Manuales para Bancos de Germoplasma núm. 8. Roma, Bioversity International.
- Ramírez, M. L. G. (1987). *Herencia de ciertos caracteres de la mazorca y del árbol de cacao (Theobroma cacao L.)*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 82 p.
- Sánchez, A. (1983). *Cultivos de plantación*. Manuales para la producción agropecuaria, área producción vegetal. Editorial Trillas, S.A. Segunda Reimpresión MX. p. 11 – 24.
- Sierra Bravo. (1994). *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica*. Editorial Paraninfo – Madrid – España. 120 p.

- Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 23rd December (2016). *Digital resource at* www.catalogueoflife.org/col. Species 2000. ISSN 2405-8858.
- Soria, VJ. (1966). *Principales variedades de cacao cultivadas en América Tropical*. Turrialba CR v.16 (3): 261-265.
- Thomas, E. M.; Van Zonneveld, J.; Loo, T; Hodgkin, G.; Galluzzi, and J. Van Etten. (2012). *Present spatial diversity patterns of Theobroma cacao L. in the Neotropics reflect genetic differentiation in pleistocene refugia followed by human-influenced dispersal*. PLoS ONE 7(10): e47676. doi:10.1371/journal.pone.0047676.
- Vaca, R.; & Llobet, A. (2009). *Cacao Silvestre boliviano: Oportunidad para el desarrollo*. Instituto Boliviano de Comercio Exterior. Bolivia.
- Vázquez-Domínguez, E., M. Suárez-Atilano, W., Booth, C. González-Baca, Y. A. D. Cuarón. (2012). *Genetic evidence of a recent successful colonization of introduced species on islands: Boa constrictor imperator on Cozumel Island*. Biological Invasions 14:2101-2116.
- Valenzuela, F. (2012). *El cultivo del Cacao - Paquete Tecnológico*. Colombia.
- Vera, J. (1993). *Botánica y clasificación del cacao*. In Suarez C. ed. Manual del cultivo de cacao. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Manual. 25. p. 8-15
- Villegas, R, Astorga, C. (2005). *Caracterización morfológica del cacao nacional Boliviano*, Alto Beni, Bolivia. Agroforesteria en las Americas. N° 43-44. Bolivia
- Wadsworth, R.M., Ford, C.S., End, M.J. and Hadley, P. (1997). *International Cocoa Germplasm Database, Printed Version* (Ed. 2). The London International Financial Futures and Options Exchange (LIFFE) /The University of Reading, U.K.
- Wyse, J., Sutherland, L. (2000). *Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos*. UK. Organización Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos. p. 24-26.
- Wood, G. A. R. (1982). *Trad. Ambrosio, AM, Cacao*. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. ed. en Español de la 3ed. en Ingles, MX. 368p.

Anexos

Anexo A: Ficha de evaluación de la Caracterización morfológica de 28 accesiones de cacao silvestre (*Theobroma cacao* L.) de las cuencas Santiago y Morona-Alto Amazonas, en el banco de germoplasma del Instituto de Cultivos Tropicales

1. HOJA	1	2	3	4	5
1.1 Largo de la hoja en cm(L)					
1.2 Ancho de la hoja en cm(A)					
1.3 Longitud desde la base hasta el punto más ancho de la hoja en cm(LBL)					
1.4 Longitud del peciolo(cm)					

1.5 Presencia del pulvínulo	Si					
	No					
1.6 Forma de la hoja (L/LBL)						
> de 2: Ovoide						
= de 2: Elíptica						
< de 2: Obovada						

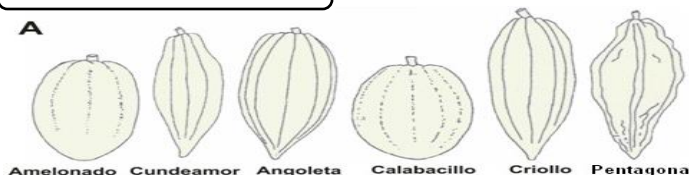
Color del follaje nuevo	
Sin pigmentación	Con pigmentación

Hábito de crecimiento		
Erecto	Intermedio	Penduloso

Vigor de la planta		
Débil	Intermedio	Vigoroso

2. MAZORCA	1	2	3	4	5
2.1 Largo(cm)					
2.2 Diámetro(cm)					
2.3 Razón L/D					
2.4 Espesor cáscara(cm) Caballete:					
En surco:					
2.5 Peso mazorca con almendras(g)					
2.6 Peso semilla c/pulpa(g)					
2.7 Peso cáscara(g)					
2.8 Número de semillas por mazorca					

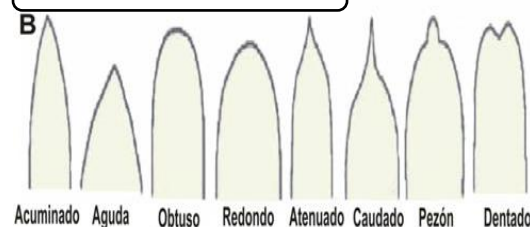
2.9 Tipo de fruto:



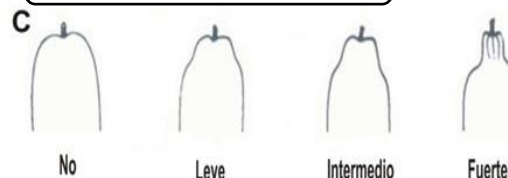
***Tamaño del fruto**

	Pequeño	Mediano	Grande
Menor de 15 cm			
De 16 a 19 cm			
Mayor de 20 cm			

2.10 Forma del ápice:



2.11 Constricción basal:



2.12 Color de mazorca:**C** = Crema**R** = Rojo**E** = Gris**W** = Blanco**G** = Verde**Y** = Amarillo**K** = Rosa**L** = Claro**O** = Naranja**D** = Oscuro**P** = Púrpura**I** = Intenso

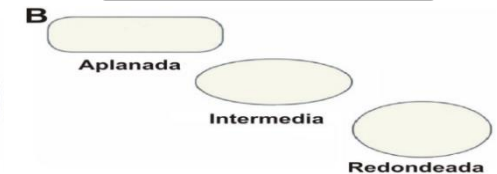
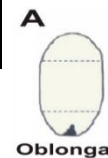
De las combinaciones obtenidas:

OR = Naranja rojizo**RK** = Rojo rosa**R + Y** = Rojo con franjas amarillas**Y + O** = Amarillo con franjas naranjas**OR + Y** = OR con franjas amarillas

3. SEMILLAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.1 Largo(cm)										
3.2 Ancho(cm)										
3.3 Espesor(cm)										

3.4 Color del cotiledón

Blanco	Gris	Púrpura claro	Medio morado	Púrpura oscuro	Moteado

3.5 Forma longitudinal**3.6 Forma transversal**

4. FLOR		
4.1 Color del pedúnculo floral		
Verde	Verde con Rojo	Rojo

4.11 Color de estaminodios	
Morado claro	Morado oscuro(Intenso)

N° flor					
4.2 Longitud de sépalo(mm)					
4.3 Ancho de sépalo(mm)					
4.4 Longitud de pétalo(mm)					
4.5 Ancho de pétalo(mm)					
4.6 Longitud de estaminodios(mm)					
4.7 Longitud de ovario(mm)					
4.8 Ancho de ovario(mm)					
4.9 Longitud de estilo(mm)					
4.10 Número de óvulos por ovario					

Anexo B: Datos climáticos

Datos de Temperatura máxima promedio mensual (°C) registrados en la estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9 (2016 - 2017).

TEMPERATURA MÁXIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2016							32.1	34.3	34.2	34.3	34.9	33.8	33.9
2017	31.7	32.2	31.7	32.2	31.5	31.1	30.8	33.4	32.0	33.6			32.0

Fuente: SENAMHI, La estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9(2017).
Anuarios metodológicos 2016 y 2017, Tarapoto, Perú.

Datos de Temperatura media promedio mensual (°C) registrados en la estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9 (2016 - 2017).

TEMPERATURA MEDIA PROMEDIO MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2016							25.7	26.5	26.8	27.4	28.3	27.5	27.0
2017	26.0	26.5	25.9	26.3	26.0	25.4	25.0	26.7	26.0	27.0			26.1

Fuente: SENAMHI, La estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9(2017).
Anuarios metodológicos 2016 y 2017, Tarapoto, Perú.

Datos de Temperatura mínima promedio mensual (°C) registrados en la estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9 (2016 - 2017).

TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2016							20.5	20.6	21.3	22.3	23.0	22.4	21.7
2017	22.0	22.5	21.9	22.0	21.7	20.9	19.8	21.0	21.2	21.9			21.5

Fuente: SENAMHI, La estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9(2017).
Anuarios metodológicos 2016 y 2017, Tarapoto, Perú.

Datos de precipitación total mensual (mm) registrados en la estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9 (2016 - 2017).

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2016							50.7	23.7	77.8	78.2	68.7	106.0	405.1
2017	239.5	170.7	292.5	158.6	107.5	134.2	47.1	82.0	171.8	43.6			1447.5

Fuente: SENAMHI, La estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9(2017).
Anuarios metodológicos 2016 y 2017, Tarapoto, Perú.

Datos de Humedad relativa promedio mensual (°C) registrados en la estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9 (2016 - 2017).

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL (%)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2016							89	87	85	85	82	83	85
2017	88	88	90	88	90	90	88	87	89	87			80

Fuente: SENAMHI, La estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9(2017).
Anuarios metodológicos 2016 y 2017, Tarapoto, Perú.

Datos de Humedad relativa minima mensual (°C) registrados en la estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9 (2016 - 2017).

HUMEDAD RELATIVA MÍNIMA MENSUAL (%)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2016							74	67	50	62	62	55	85
2017	61	65	59	69	75	74	71	66	71	62			80

Fuente: SENAMHI, La estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9(2017).
Anuarios metodológicos 2016 y 2017, Tarapoto, Perú.

Datos de Humedad relativa maxima mensual (°C) registrados en la estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9 (2016 - 2017).

HUMEDAD RELATIVA MÁXIMA MENSUAL (%)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2016							98	100	98	98	98	98	85
2017	98	99	98	99	98	98	98	98	98	98			80

Fuente: SENAMHI, La estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, Zonal 9(2017).
Anuarios metodológicos 2016 y 2017, Tarapoto, Perú.